EYN
COMMONWEALTH INST. ENTOMOLOGY LIBRARY
- 9 OCT 1950
SERIAL Eu.103A
SEPARATE

STATENS VÄXTSKYDDSANSTALT
MEDDELANDE N:r 55

UNDERSÖKNINGAR ÖVER POTATISNEMATODEN

HETERODERA ROSTOCHIENSIS WOLL.

AV

OLOF AHLBERG

II. Cystornas storlek och ägginnehåll samt nematodernas beroende av yttre förhållanden och deras inverkan på potatisplantornas knölbildning.

Med 18 diagram, 3 tabeller och 1 figur i texten.

ENGLISH SUMMARY



STOCKHOLM 1950

STATENS VÄXTSKYDDSANSTALT
MEDDELANDE N:r 55

UNDERSÖKNINGAR ÖVER POTATISNEMATODEN

HETERODERA ROSTOCHIENSIS WOLL.

AV

OLOF AHLBERG

II. Cystornas storlek och ägginnehåll samt nematodernas beroende av yttre förhållanden och deras inverkan på potatisplantornas knölbildning.

Med 18 diagram, 3 tabeller och 1 figur i texten.

ENGLISH SUMMARY



STOCKHOLM 1950



Emil Kihlströms Tryckeri A.-B.
Stockholm 1950
500096

Innehåll.

Sid.

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/meddelanden-statens-vaxtskyddsanstalt_1950_9_55

Behandlingen av det vid jordprovsanalyserna erhållna siffermaterialet.

Bestämningen av mängden potatisnematoder i jorden sker i allmänhet på indirekt väg. Av praktiska skäl brukar man nämligen uttrycka jordens nematodhalt genom att ange hur många nematodcystor, som finnas i viss mängd jord. Då emellertid dessa cystor — de till äggfyllda säckar omvandlade honorna — under en följd av år så småningom tömmas på sitt levande innehåll, blir överensstämmelsen mellan antalet cystor och jordens verkliga nematodhalt oftast mycket ringa. Ett visst antal cystor, i vilka exempelvis 50 % av äggen äro kläckta, motsvarar givetvis blott en hälften så hög nematodhalt som lika många helt äggfyllda cystor av samma storlek. Det är ju icke cystorna i och för sig, som äro farliga för potatis- och tomatplantorna, och det är icke heller dem man försöker komma åt med olika bekämpningsmedel, utan de i cystorna inneslutna äggen och de ur dem i sinom tid framkommande unga larverna, som förr eller senare intränga i potatis- och tomatplantornas rötter och förstöra dessa. Att exakt fastställa hur många ägg, som finnas i cystorna i en viss mängd jord, är emellertid så tidsödande, att det med normala resurser är praktiskt outförbart. Man måste därför i stället inrikta sig på att få ett mått på cysthalten, som ger en något så när riktig uppfattning om cystornas innehåll av ännu okläckta ägg.

I ett föregående meddelande (Ahlberg 1939) föreslås därför att jordens nematodhalt uttryckes genom ett tal, som utgör summan av hela antalet fulla och halva antalet mer eller mindre tömda — »halvfulla» — cystor, allt beräknat pr liter jord och naturligtvis med uteslutande av alla fullständigt tomma cystor. Detta tal, som sålunda alltid är mindre än den direkta summan av de i jorden anträffade cystorna, kommer här att helt kort kallas cysttalet. Under vissa förutsättningar ger detta ett vida klarare begrepp om jordens verkliga nematodhalt än den oreducerade direkta cystsumman, emedan det tager vederbörlig hänsyn till cystornas »infektionsvärde» eller med andra ord till hur många nematodlarver, som kunna framkomma ur de cystor, som vid provtagningen finnas i jorden. Förutsättningarna för cysttalets användbarhet äro dels att nematodinfektionen vid provtagningen redan är några år gammal, så att de cystor, som anträffas i jordproven, fördela sig någorlunda jämnt på olika åldersklasser och på

olika långt framskridna tömningsstadier — detta är, som av jordprovsundersökningarna framgår, i regel alltid fallet, när nematoderna hunnit bli så talrika att deras skadegörelse faller tydligt i ögonen — dels också att jorden alltjämt, ehuru icke nödvändigtvis varje år användes till potatisodling. I nyinfekterad jord dominera de fulla eller nästan fulla cystorna, medan däremot i infekterad jord, där potatis ej längre odlas, de tomma cystorna bli allt flera.

En motsvarighet till detta cysttal begagnades av HURST och FRANKLIN (1938), vilka för exaktare jämförelses skull icke blott räknade cystorna utan även togo hänsyn till deras levande innehåll och angåvo *equivalent number of full cysts,* ehuru icke pr liter utan pr 50 gr. jord.

När det vid förberedande undersökningar gäller att få en allmän uppfattning om jordens nematodhalt, är det i regel fullt tillräckligt att fastställa cysttalet, men så snart det t. ex. är fråga om att jämföra nematodhalten på en plats med nematodhalten på en annan, måste man även taga hänsyn till cystornas medelstorlek. Medan varje enskild cystas storlek tämligen noga motsvarar dess ägginnehåll — vi återkomma därtill i det följande — och följaktligen alla nybildade mogna cystor av samma storlek innehålla tillnärmelsevis lika många ägg, kan cystornas medelstorlek variera rätt starkt från plats till plats och från år till år. Därmed kan givetvis också det genomsnittliga äggantalet bli olika på olika platser. Det lönar sig därför icke att söka efter ett överallt och under alla förhållanden giltigt medelvärde på cystornas ägginnehåll, utan detta måste bestämmas från fall till fall efter beräkning av cystornas medelstorlek. Det därvid erhållna talet, som här kommer att kallas e k v i v a l e n t t a l e t, torde ge ett så säkert mått på jordens nematodhalt som det överhuvudtaget är möjligt att erhålla enbart genom cystundersökningar. Det möjliggör också direkta jämförelser mellan olika platser och olika år med avseende på nematodhalten.

Genom att dividera cysttalet för ett år med cysttalet för närmast föregående år får man en f ö r ö k n i n g s k v o t, som ger upplysning om hur mycket jordens nematodhalt ökats eller minskats under tiden mellan de båda provtagningarna. Denna kvot ger dock blott ett summariskt besked, i det att exempelvis en minskning av antalet »halvfulla» cystor, orsakad av att de flesta av dessa blivit fullständigt tömda och därför ej längre komma med i räkningen, kan uppväga eller t. o. m. överväga en genom nybildning orsakad ökning av antalet fulla cystor. Om jorden exempelvis ena året visat sig innehålla 30 fulla och 340 halvfulla, nästa år däremot 120 fulla och 60 halvfulla cystor pr liter, blir cysttalet 200 ($= 30 + \frac{340}{2}$) resp. 150 ($=120 + \frac{60}{2}$) och förökningskvoten 0,75, vilket alltså antyder att

nematodhalten sjunkit med 25 %. Trots detta har nybildningen varit så livlig, att de fulla cystorna blivit 4 gånger så många som förut. Om det i detta visserligen konstruerade men likväl tänkbara fall gällt att t. ex. bedöma effekten av ett jordbehandlingsmedel hade man, av förökningskvoten att döma, säkerligen ansett att medlet starkt hämmat nematodernas förökning, då däremot en jämförelse mellan de båda provens antal av nybildade fulla cystor skulle givit en helt annan uppfattning.

Ett förtydligande av förökningskvotens innebörd kan emellertid ske genom att man tar hänsyn till nybildningskvoten, som erhålles om man dividerar antalet nybildade cystor med föregående års cysttal, och som alltså säger hur många cystor som under året bildats av innehållet i var och en av föregående års cystor. Förhållandet mellan de båda kvoterna kan ju sedan, om så erfordras, lätt anges på ena eller andra sättet.

Även de tomma cystorna kunna i vissa fall ge värdefulla upplysningar. Det är dock föga lönt att med ledning av antalet tomma skal i jordproven uträkna en särskild »tömningskvot». Skalen förstöras nämligen mycket lätt i jorden och gå i stor utsträckning förlorade eller undgå att upptäckas, när proven slammas och undersökas. En ovanligt sparsam förekomst av tomma cystskal är därför intet bevis för att cystornas tömning gått särskilt långsamt. Skulle emellertid proven från en försöksserie visa sig innehålla påfallande många tomma skal och antalet nybildade cystor samtidigt vara mycket stort, kan man givetvis antaga att cystorna tömts hastigare än normalt.

Cysttalen lida dock av det felet att de endast grunda sig på vad som finnes inuti cystorna. De ge ingen upplysning om hur många nematoder — larver och äldre individ — som finnas i den cystorna omgivande jorden. För att bestämma eller åtminstone få en uppfattning om antalet fritt levande potatisnematoder fordras emellertid särskilda undersökningsmetoder, som dock äro alltför omständliga och tidsödande och därför också för dyrbara för att kunna komma ifråga annat än i särskilda fall, i all synnerhet när, såsom vid här relaterade undersökningar, antalet undersökningsprov varje år är mycket stort och den därmed sysselsatta personalen liten. I de försök, som komma att beröras i det följande, har därför ingen hänsyn kunnat tagas till de individ, som redan lämnat modercystan, trots att deras antal stundom torde variera ganska mycket med olika försöksbetingelser. Att döma av den i vanliga fall tämligen långsamma tömningsrytmen hos cystorna, synas de dock procentuellt spela ganska liten roll.

I detta sammanhang må också framhållas att det i regel är på cysttalet, icke på ekvivalenttalet, som de i det följande omnämnda försöksresultaten bedömts. Bestämningar av ekvivalenttalen äro, som lätt inses, ganska tidsödande och ha därför endast undantagsvis kunnat utföras. Några större olägenheter torde emellertid användningen av cysttalet i stället för ekvi-

valenttalet icke ha medfört, alldenstund jordprovsundersökningarnas främsta uppgift varit att visa hur cysthalten efter hand förändrats i olika parceller på ett och samma i stort sett likartade jordstycke eller i en och samma på flera kärl fördelade jordblandning. Det är naturligtvis tänkbart att åtminstone en del av de jordbehandlingsmedel, som prövats under försökens gång kunnat inverka på cystornas ägginnehåll och därigenom indirekt på deras storlek. En sådan inverkan har dock hittills ej med säkerhet kunnat påvisas. Engelska författare ha dock i försök funnit att potatisnematoden ifråga om cystornas storlek och antal tydligt påverkas av den potatissort, på vilken den parasiterar. Sålunda skall det enligt Gemmell (1943) på t. ex. sorterna Epicure och Doon Star bildas såväl färre som mindre cystor än på sorterna Golden Wonder och Majestic. Vidare skall enligt Ellenby (1946) färre ägg kläckas ur cystor, som bildats på Doon Star, än ur cystor från Arran Banner, Kerr's Pink och Redskin. Då emellertid dessa engelska försök varit av ganska ringa omfattning och Ellenby dessutom själv uttalat misstankar om att Doon Star-cystorna i hans försök möjligen tagit skada av bristfällig förvaring under första vintern, kan man icke anse resultaten definitiva.

De cysttal, som legat till grund för bedömningen av försöksresultaten, ha bestämts genom undersökning av jordprov, som i regel tagits varje år på hösten efter potatisupptagningen. Vid varje försöks början togos proven dock på våren före potatissättningen. Skörden på de olika försöksparcellerna bör nämligen ställas i relation till cysttalet vid *vegetationsperiodens början* eftersom angreppet på plantorna göres av de larver, som framkommit eller framkomma ur de cystor, som då finnas i jorden. Vid några tillfällen då inga jordprov kunnat tagas på hösten ha de i stället tagits tidigt påföljande vår, innan någon ny potatis blivit satt. Vårproven ge, om de i övrigt äro rätt tagna, samma värden på cysthalten som höstproven, men tillåta ej ett noggrant fastställande av antalet under föregående vegetationsperiod nybildade cystor.

Det ingår ju visserligen som ett led i beräkningen av cysttalen att skilja de fulla cystorna från de övriga, men bland de cystor, som man vid granskningen bedömer såsom fulla, finnas utom de nybildade även sådana som bildats året förut och i vilka kanske redan ett omärkligt litet antal ägg blivit kläckt. Att skilja sådana, något äldre cystor från de nybildade är dock ingen svårighet, om blott granskningen av slamproven hinner ske, innan de unga klargula eller gulbruna cystorna hunnit mörkna alltför mycket. När emellertid jordproven, såsom vid här relaterade undersökningar ej hinna analyseras samma höst som de äro tagna utan först långt senare, ha de nybildade cystorna, då de läggas under mikroskopet, för länge sedan hunnit bli lika mörka som de äldre och ha därför svårligen på färgen kunnat skiljas från dessa. Det är dock mycket få av de redan ettåriga

cystorna, som icke genom förekomsten av små luftblåsor eller på annat sätt förråda att de förlorat en del av sitt innehåll. Att en del jordprovsserier ej blivit tagna förrän på våren har icke haft någon praktisk betydelse eftersom icke ens höstproven, såsom nyss nämndes, hunnit bearbetas, förrän de yngsta cystorna fått samma färg som de äldre. För övrigt spela de fel, som uppkomma genom att några få äldre cystor komma att räknas med bland de nybildade, ingen märkbar roll ens för bestämning av nybildningskvoten, om man jämför dem med de övriga fel, som oundvikligen vidlåda nematodhaltsbestämningar enbart genom cysträkning. Ett av de mera egendomliga felen är det, som uppstår därigenom att sorteringen av cystorna i så hög grad blir beroende av den subjektiva uppfattningen hos den person, som utför jordprovsanalyserna. Det har sålunda visat sig att en nybörjare i regel anser cystorna vara tommare än de verkligen äro och att analysprotokollen fördenskull ange alltför många tomma och halvfulla cystor, så att cysttalen få för låga värden. Innan denna subjektiva faktors verkliga betydelse uppmärksammades, gåvo de resultat, som erhöllos närmast efter det att ett personalbyte ägt rum, onekligen ett ganska förvirrande intryck, men genom att låta nybörjaren kontrolleras av det äldre laboratoriebiträdet tycks det vara möjligt att om icke helt eliminera så dock starkt reducera denna felkälla.

Det är obestridligt att samtliga här berörda fel kunna bli avsevärda och att de värden på nematodhalten, som man får genom cysträkning, icke ha den statistiska säkerhet, som annars präglar den moderna jordbruksforskningens resultat. Det har därför ifrågasatts om icke nematodhalten säkrare fastställes genom rotanalys, d. v. s. genom undersökning av antalet i rötterna befintliga nematoder.

Rotanalysens fördelar såsom metod för bestämning av jordens nematodhalt äro emellertid ganska tvivelaktiga. Det är givetvis klart att rotanalysen bättre än någon annan analysmetod kan ge upplysning om hur starkt en viss planta är angripen, och att den därför i vissa fall kan vara nödvändig. I allmänhet synes den dock ha mycket ringa värde. Fastställandet av jordens nematodhalt har i här relaterade undersökningar huvudsakligen skett av två skäl, nämligen dels för att ge besked om vidden av den fara, som från nematodernas sida hotar en eventuell potatisodling på ifrågavarande mark, dels för att visa huruvida och i vilken riktning utförda behandlingar av jorden eller växterna påverkat nematodhalten. Det är emellertid icke givet att nematodernas angrepp på varje enskild planta är vare sig så starkt eller så svagt, som man skulle väntat av deras större eller mindre antal i jorden. Ehuru man ännu blott känner en del av alla de faktorer, som bestämma angreppets styrka och skadegörelsens omfattning, vet man dock att somliga plantor skadas vida mer än andra, även om nematodfördelningen i jorden råkar vara anmärkningsvärt jämn. Redan detta

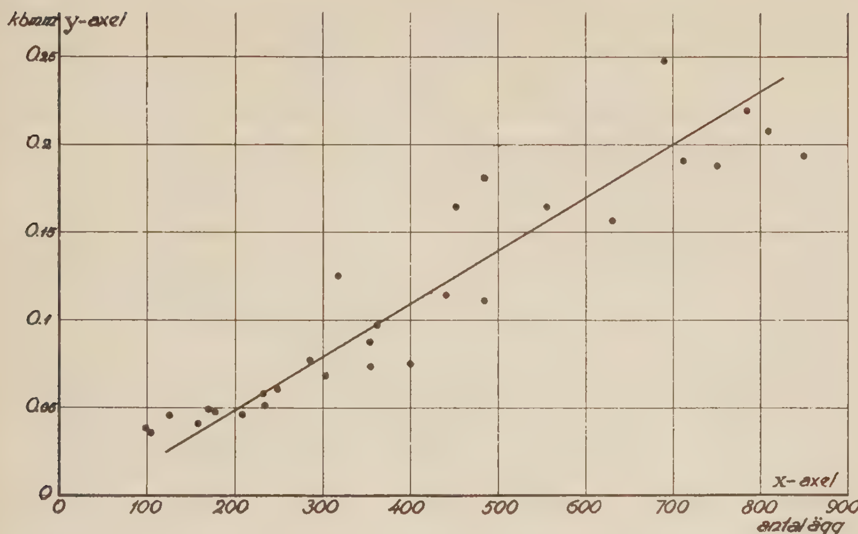
synes visa att rotanalyser svårligen kunna ge några säkra hållpunkter för bedömning av nematodfrekvensen. Härtill kommer att en rotanalys är vida mer arbetskrävande och tidsödande än en jordprovsundersökning och att det därför skulle kräva en alltför stor personal och draga alltför stora kostnader att utföra rotanalyser i sådan omfattning att de kunna läggas till grund för en något så när säker bedömning av nematodfrekvensen.

För att kunna jämföra säkerheten hos dessa båda metoder — rotanalys och jordprovsundersökning — måste man givetvis under några år i följd fastställa antalet nematoder dels i rötterna, dels i jorden och se huruvida en ökning eller minskning av jordens nematodhalt avspeglas i en motsvarande förändring av antalet nematoder i rötterna. En sådan undersökning har nyligen påbörjats och beräknas skola fortsätta under ytterligare minst två vegetationsperioder. Därvid användes ett i det fria nedgrävt cementrör, innehållande 80 liter nematodhaltig jord, som varje höst tömmes och hälles i en blandningstrumma av den typ, som användes för utsädesbetning och som garanterar en genomgående jämn blandning av innehållet. Om blandningen av jorden i denna trumma fortsättes till dess att tre på olika ställen uttagna jordprov ge överensstämmande resultat med avseende på cysthalten, torde man kunna räkna med att få ett så tillförlitligt värde på jordens nematodhalt, som det överhuvudtaget är möjligt att få. Därigenom blir det också möjligt att med tillräcklig säkerhet avgöra om det verkligen består någon korrelation mellan jordens och rötternas nematodhalt, och om rotanalysen överhuvudtaget kan användas som standardmetod för nematodhaltsbestämningar.

Cystornas storlek och ägginnehåll.

Som redan nämnt varierar cystornas storlek inom mycket vida gränser. De största påträffade cystorna ha sålunda varit inemot 50 gånger så stora som de minsta. Den hittills brukliga metoden att uttrycka cystornas storlek genom angivande av deras längd och bredd tillåter icke direkta jämförelser mellan de olika cystorna, eftersom längden och bredden icke stå i något konstant förhållande till varandra. Sådana jämförelser bli möjliga först sedan man beräknat cystornas volym. Denna erhålles ur formeln $\frac{4\pi}{3} \cdot a\,b\,c$, där a, b och c beteckna de halverade axlarna. Fastän halspartiet ej medräknats och fastän formeln strängt taget endast är tillämplig på fullt regelbundet rundade cystor, ger denna formel dock tillräckligt noggranna mått för här ifrågavarande syfte och har därför här använts såväl för cystorna som för äggen.

För beräkning av äggantalet utplockades ur jordproven enbart sådana cystor, som ännu voro gula eller gulbruna, och som därför på goda grun-



Diagr. 1. Förhållandet mellan cystornas äggantal och deras storlek.

der kunde antagas vara nybildade och ännu icke ha avgivit några larver. På saknaden eller förekomsten av tomma äggskal inuti cystorna kunde man sedermera avgöra huruvida deras ålder därvid bedömts riktigt. För räkning av äggen lades den redan uppmätta cystan i en droppe glycerin på ett millimeterrutat objektglas, varefter den krossades och sönderrevs med preparernål och slutligen, sedan äggen fördelats i glycerinen, övertäcktes med täckglas och lades under mikroskopet.

Förhållandet mellan cystans äggantal och dess volym åskådliggöres på vidstående diagram, där antalet ägg avsatts på x-axeln och cystvolymen på y-axeln. Ekvationen $3{,}3\ y = x - 38{,}5$ har framgått ur mätningar av 29 cystor.

Av diagrammet framgår, som det givetvis bör göra, dels att den nybildade mogna cystans storlek inom vissa gränser motsvarar dess äggantal, dels också att storleksvariationerna bli desto större ju flera ägg cystorna innehålla eller om man så vill — med hänsyn till att cystorna äro de som först tagas i skärskådande — att äggantalet varierar desto mera ju större cystorna äro. ELLENBY (1946), som likaledes undersökt förhållandet mellan cystornas storlek och deras äggantal, säger däremot att äggantalet är mycket växlande inom alla storleksgrupper av cystor, och att cystornas storlek därför icke kan vara den enda faktor, som bestämmer antalet ägg — »clearly, cyst size is not the only factor determining egg number». Mot denna slutsats må tillsvidare endast den anmärkningen göras att det är antalet ägg eller kanske snarare antalet befruktade äggceller, som bestäm-

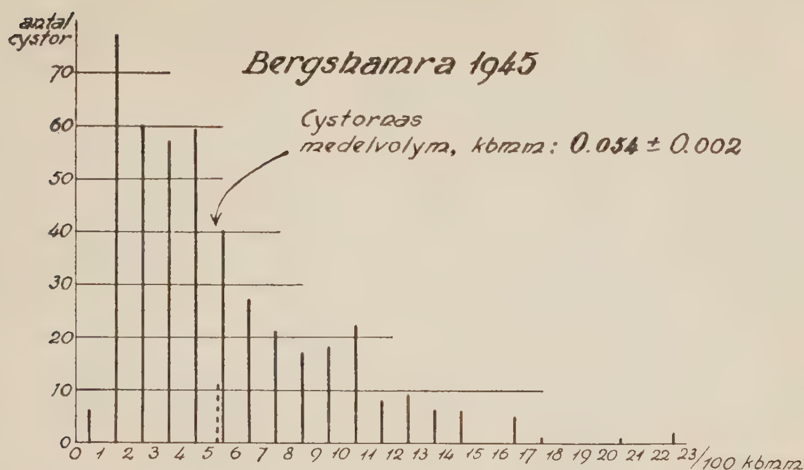
mer cystans storlek och icke tvärtom, men vilka de faktorer äro, som sedan bestämma äggantalet, vet man ännu ej mycket om.

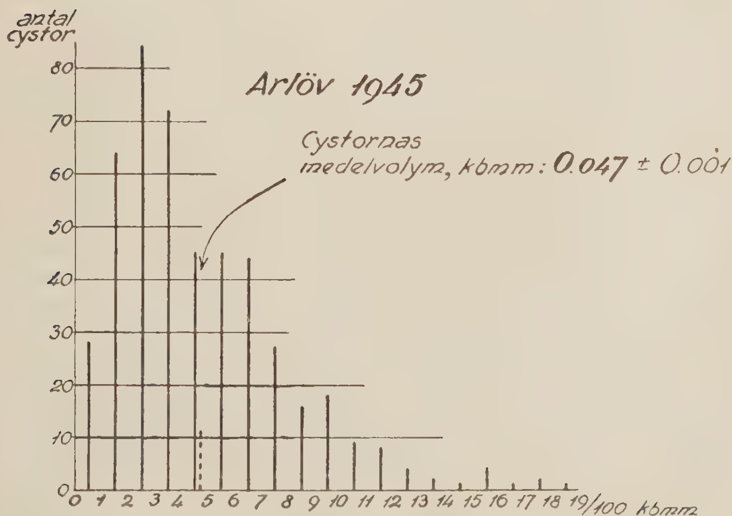
Den största av de ovannämnda 29 cystorna hade en volym av 0,247 kbmm (längd 0,84, bredd 0,75 mm), den minsta åter en volym av blott 0,037 kbmm (längd 0,44, bredd 0,40 mm). Antalet ägg var i den förra 688, i den senare 103. Största antalet ägg 850, anträffades emellertid i en cysta, vars volym var 0,19 kbmm, minsta antalet åter, 99, i en cysta, vars volym var 0,039 kbmm. Den hittills största kända cystan från svensk lokal, anträffad i ett av KEMNER (1929) granskat cystmaterial från Hälsingborg, hade en längd av 0,87 och en bredd av 0,84 mm, vilket ger en volym av 0,32 kbmm. Som nybildad bör den ha innehållit omkring 1 100 ägg.

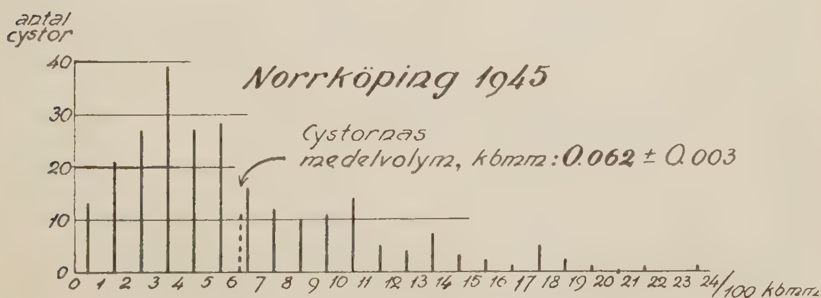
Det material, varpå nedan relaterade undersökning av korrelationen mellan cystornas storlek och deras äggantal grundar sig, bestod som redan nämnt av nybildade cystor, som utplockats ur en större samling sådana i avsikt att representera olika storleksgrupper. För beräkning av cystornas medelstorlek fordras däremot ett material, som omfattar alla såväl äldre som nybildade cystor, som förekomma i ett prov av tillräcklig storlek. Sådana prov togos också, dels från anstaltens försökskulturer i Bergshamra, vilka ursprungligen bemängts med cystor från Hälsingborg, dels från Norrköping och dels från Arlöv. Efter bortrensning av en del starkt tillbucklade eller på annat sätt förstörda cystor, vilkas ursprungliga mått ej säkert kunde fastställas, återstodo i Bergshamraprovet 442, i Norrköpingsprovet 250 och i Arlövsprovet 471 cystor.

De minsta cystorna i dessa prov visade sig ha en volym av blott 0,005 kbmm, vilket förutsätter ett ursprungligt innehåll av högst något tiotal ägg, de största åter hade en volym av 0,23 kbmm och böra som unga ha innehållit omkring 800 ägg. I Bergshamraprovet dominerade de cystor, vilkas volym var 0,011—0,02 kbmm. Medelvolymen var 0,054±0,002 kbmm. I Arlövsprovet dominerade däremot cystor med volymen 0,021—0,03 kbmm, men medelvolymen var här blott 0,047±0,001 kbmm. I Norrköpingsprovet slutligen dominerade de cystor, som hade en volym av 0,031—0,04 kbmm, och medelvolymen var här 0.062±0,003 kbmm. Hur cystorna i övrigt fördelade sig på de olika storleksgrupperna framgår av vidstående tre diagram.

Medeltalet ägg pr cysta måste sålunda i Arlövsprovet beräknas till omkring 200, i Bergshamraprovet till omkring 220 och i Norrköpingsprovet till omkring 250. En sådan skillnad som exempelvis den mellan Arlövs- och Norrköpingsproven betyder alltså att ett visst antal cystor i Norrköpingsjorden innehöllo omkring 25 % flera nematodembryoner än lika många cystor i Arlövsjorden. Detta fall kan tjäna till belysning av skillnaden mellan cysttalet och ekvivalenttalet. Om cysttalet för båda jordarna varit 100 skulle alltså ekvivalenttalen för jordarna i Arlöv och Norrköping bli 100 resp. 125. Det är uppenbart att en cysthaltsvariation av denna storlek







Diagr. 2—4. Cystornas fördelning på olika storleksklasser i jordprov från Bergshamra, Arlöv och Norrköping 1945.

— helt säkert ganska vanlig — icke saknar betydelse och att ekvivalenttalet fördenskull i vissa fall måste begagnas i stället för cysttalet.

Avsevärda skillnader i storleksvariationen hos cystor av olika ursprung ha f. ö. tidigare nämnts i facklitteraturen. Sålunda har TRIFFITT i prov från Lincolnshire funnit cystorna vara i medeltal 0,576 mm långa och 0,405* mm breda, vilket torde motsvara en volym av omkring 0,05 kbmm I prov från Hertfordshire åter var cystornas genomsnittsvolym ej större än 0,01 kbmm, alldenstund medellängden var 0,317 och medelbredden 0,245 mm. KEMNER, som tidigare (1929) diskuterat dessa siffror, hade emellertid fäst uppmärksamheten på det faktum att i detta cystmaterial även ingå cystliknande bildningar, vilkas storlek understiger t. o. m. äggens och vilka därför måste vara främmande inblandningar i materialet, och att genomsnittsvolymen för Hertfordshirecystorna därigenom synes ha blivit alltför lågt beräknad. Till förekomsten av cystliknande bildningar av mycket ringa storlek även i svenskt material återkomma vi längre fram.

För cystor, som KEMNER erhållit från GOODEY, uppger han som medeltal för längd och bredd 0,636 resp. 0,456 mm, vilket bör ge en volym av omkring 0,08 kbmm. Mätningarna omfattade i detta fall blott en del av de erhållna cystorna, och då redan dessa torde ha varit utplockade ur ett vida större material, kan man ej av dessa mätningar draga några som helst slutsatser beträffande medelstorleken hos cystorna på den plats, där ifrågavarande material insamlats.

I prov från Hälsingborg fann KEMNER medeltalen för cystornas längd och bredd vara 0,631 resp. 0,513 mm, vilket ger en volym av omkring 0,087 kbmm. Måtten på dessa skånska cystor motsvara ganska väl måtten på vissa cystor från Tyskland. GOFFART (1928) anger sålunda som genomsnittliga mått på av honom undersökta cystor 0,632 mm i längd och 0,526 mm i bredd, vilket ger en volym av omkring 0,092 kbmm.

Medeltalen för cystornas storlek enligt dessa mätningar ligga, om vi undantaga dem, som gälla de engelska cystorna, betydligt över de medeltal, som nyss angivits för proven från Arlöv, Norrköping och Bergshamra. Medeltalen för dessa tre platser överstiga icke eller blott obetydligt 0,06 kbmm, medan de för de övriga ligga över 0,08 kbmm. Ehuru så höga medelvärden för cystvolymen i och för sig ingalunda förefalla orimliga, är det dock svårt att komma ifrån misstanken att de allra minsta cystorna — de som haft en volym av 0,025 kbmm och därunder — av någon anledning blivit förbisedda, och att medeltalen på grund härav kommit att bli för stora. Bland de av KEMNER uppmätta cystorna hade den minsta en längd av 0,45 och en bredd av 0,36 mm, vilket ger en volym av omkring 0,03 kbmm, medan den minsta cystan i hela materialet från Arlöv, Norr-

---

* På grund av tryckfel har detta mått hos KEMNER (1929, tab. 7) uppgivits vara 0.705.

köping och Bergshamra blott var 1/6 så stor, d. v. s. 0,005 kbmm. KEMNER begagnade sig emellertid vid sina slamningar av en metod, som var en modifikation av den av BAUNACKE använda. Den var dock icke mera till-tillförlitlig än denna utan hade den olägenheten att mycket lätt låta de allra minsta cystorna försvinna eller förbises. Den vid Växtskyddsanstalten numera, sedan 1938 använda slamningsapparaten, i vilken en uppåtstigande, roterande vattenström tar med sig cystorna ur provet och avlämnar dem — jämte naturligtvis en växlande mängd jordpartiklar — på en enda siktduk, som direkt kan läggas under mikroskopet (AHLBERG 1939), eliminerar däremot praktiskt taget helt och hållet denna felkälla.

Cystskalets skyddsförmåga och andra på äggens kläckning inverkande faktorer.

Efter undersökning av cystor från Högsjö kom KEMNER (1929) till den uppfattningen att »de små cystorna besitta mindre vinterhärdighet och genom sin ringa utveckling av det skyddande höljet lättare utsättas för de impulser, som driva äggen att kläckas och larverna att lämna sitt skyddade rum, under det att de större välutvecklade cystorna ha förmåga att längre hålla på sitt innehåll och därför äro mera lämpade att ligga över till kommande säsonger» och att på grund härav »de större cystorna äro de viktigare och de som i huvudsak fortplanta skadedjuret». Denna slutsats grundar han huvudsakligen på det förhållandet att i det på eftersommaren 1927 insamlade Högsjömaterialet blott omkring 30 % av de större, men ända till 76 % av de mindre cystorna voro tomma.

Det är visserligen intet ovanligt att det bland de små cystorna finnes procentuellt flera tomma än bland de stora, men detta behöver ingalunda tyda på sämre vinterhärdighet, om man med vinterhärdighet blott menar förmågan att uthärda låga temperaturer.

Cystskalets förmåga att skydda de inneliggande äggen eller embryonerna mot köld kan nämligen icke i och för sig vara så stor, att den kan skapa någon skillnad av praktisk betydelse mellan större och mindre cystor. Om småcystornas tunna skal erbjöde ett så dåligt skydd mot köld, att deras innehåll riskerade att dödas redan av normal vinterköld, skulle ej heller de större cystornas tjockare skal kunna erbjuda ett så gott köldskydd, att deras innehåll skulle kunnat uthärda den utomordentligt starka kölden under de tre vintrarna 1939—1942. Potatisnematoden borde då under dessa köldvintrar ha dött ut i stora delar av landet eller åtminstone ha märkbart minskats i antal. Då så ej visat sig vara fallet, har man intet giltigt skäl att räkna med någon bristande köldhärdighet hos potatisnematodcystornas levande innehåll. Man måste tvärtom anse detta skadedjur vara fullt vin-

terhärdigt överallt inom sitt nuvarande utbredningsområde och troligen också så långt norrut, som potatis odlas.

Det kan i detta sammanhang erinras om att potatisnematoden, *Heterodera rostochiensis* — vare sig man nu vill anse den som en särskild art eller blott som en ras av betnematoden. *H. schachtii* — tycks ha en ganska tydligt nordlig utbredning, i det att den förekommer i nordvästra Tyskland, Danmark och Sverige — här t. o. m. så långt norrut som i mellersta Norrlands kustland — på de brittiska öarna samt i vissa områden i Nordamerika. Detta tyder ju ingalunda på någon särskild köldkänslighet hos detta skadedjur, även om dess utbredning främst betingas av att potatisodlingen är koncentrerad till nordligare breddgrader. Även den egentliga betnematoden tycks vara mycket köldhärdig, liksom dess även i Sverige förekommande havreras. T. o. m. den gallbildande rotnematoden, *H. marioni*, som i Sverige egentligen tillhör växthusens skadedjur, är för några år sedan anträffad i Skåne på några platser i det fria, där den alltjämt förekommer.

Enligt KEMNER skulle småcystornas svagare skal ej heller utgöra ett tillräckligt skydd för äggen mot de kläckningsbefordrande impulserna utifrån. Huruvida dessa impulser — härrörande från gaser eller vätskor av organisk eller oorganisk natur — verkligen förmå genomtränga själva cystväggen, även om denna är aldrig så tunn, synes ej vara känt. Det förefaller emellertid i stort sett vara ganska likgiltigt om cystväggen är ogenomtränglig eller ej, ty i vilket fall som helst ha dessa ämnen möjlighet att påverka cystinnehållet genom den ursprungliga munöppningen i halspartiets spets eller, sedan halsen brutits av — vilket tycks ske mycket lätt — genom den därvid uppkomna, jämförelsevis stora öppningen. Möjligen kunna de också tränga in genom de stundom mycket tydliga köns- och analöppningarna på cystans motsatta sida.

Det skydd, som cystväggen dock i varje fall ger, måste i främsta rummet vara ett skydd mot mekaniskt tryck och mot uttorkning eller vattenfyllning. Den torde väl i viss mån skydda äggen även mot smärre rovdjur — exempelvis rovkvalster — samt mot parasitära svampar och bakterier. Man får emellertid icke överskatta cystväggens skyddsförmåga. Skydd mot uttorkning eller vattenfyllning liksom mot svampar och bakterier torde nämligen endast vara att räkna med, så länge väggen är fullt oskadad, och skydd mot tryck endast så länge trycket är mycket lätt. Vad särskilt småcystorna beträffar, bör man kanske räkna med att deras behov av skydd mot yttre tryck i viss mån minskas därav att de något lättare än de större cystorna kunna glida in i mellanrummen mellan gruskorn o. dyl. och därför ej fullt så lätt krossas, om dessa pressas mot varandra.

Även om skalet som nämnt ingalunda kan antagas vara ett ogenomträngligt skydd mot i jorden förekommande vätskor och gaser, är det dock otvivelaktigt att det i viss grad försvårar dessas inträngande i cystans inre och

därigenom i någon ringa mån inverkar på tidpunkten för äggens kläckning och larvernas utvandring ur cystorna. Dessa båda förlopp i potatisnematodens utveckling äro nämligen inom vissa temperatur- och fuktighetsgränser i mycket hög grad beroende just på inverkan utifrån, framför allt från potatisplantornas rotutsöndringar men även från exempelvis vissa lösta salter. Vare sig nu dessa förmå tränga genom själva cystväggen eller blott genom öppningar i denna, påverka de givetvis först de ägg, som ligga ytterst, och sedan undan för undan dem, som ligga längre in i cystan. Ju mindre en cystas volym och ägginnehåll är, desto snabbare böra alltså även de längst in liggande äggen påverkas av de kläckningsstimulerande ämnena. Den enklaste och sannolikaste förklaringen till att man bland småcystorna så ofta finner procentuellt betydligt flera tomma skal än bland de stora cystorna, synes sålunda vara att alla deras ägg, även de innersta, nås och påverkas så mycket hastigare än äggen i de stora cystorna.

Den hastighet, varmed dessa ämnen tränga in i en cysta är — mätt med vanliga mått — sannolikt mycket ringa, men dock tillräckligt stor för att tillåta dem att på kort tid nå fram till och påverka även de innersta äggen t. o. m. i de största cystorna. Om man alltså blott hade att räkna med dessa ämnens inträngningsförmåga, borde otvivelaktigt även i de största cystorna alla äggen hinna kläckas redan under den närmast efter första övervintringen följande vegetationsperioden. Att så icke sker utan att i stället årligen blott en mindre del av äggen kläckas, så att det ofta dröjer 8—10 år eller ännu längre, innan den sista nematodlarven lämnar cystan, måste bero på att så småningom en eller annan hämmande faktor gör sig gällande. Det är icke svårt att peka på tänkbara sådana faktorer. Sålunda kan det vara möjligt att rotexkretionens stimulerande förmåga står i omvänt förhållande till dess koncentration i jorden och slutligen alldeles upphör, när koncentrationen blivit tillräckligt hög. Det är även tänkbart att den sönderdelning, som de utsöndrade ämnena undergå i jorden, kan leda till bildning av ämnen, som icke blott sakna förmågan att stimulera utan t. o. m. verka hämmande på kläckningen och detta kanske inom kort så starkt, att de neutralisera verkan av den fortsatta rotutsöndringen eller rent av dominera över denna. Genom de undersökningar, som utförts bl. a. av Triffitt (1930) veta vi icke blott att redan ytterst svaga lösningar av dessa ämnen äro tillräckliga såsom kläckningsstimulans utan även att de hastigt sönderdelas och förstöras bl. a. genom olika mikroorganismers inverkan. Det förhållandet att äggen i laboratorieförsök, enligt vad Tpiffitt och andra påvisat, kunna kläckas under hela sommaren till långt fram på hösten, gör det knappast antagligt att embryonerna själva skulle ändra sin reaktion mot de ämnen, som locka ut dem ur äggen.

Såsom orsak till att det kan dröja så många år, innan alla ägg i en cysta hunnit kläckas, har man anfört olika tidigt inträffande mognad hos äggen.

Det kan därför vara skäl att här framhålla att det vid undersökningar av cystor, vilka med säkerhet icke övervintrat mer än en gång, och vilka således ännu icke varit fullt ettåriga, visat sig att samtliga ägg innehållit fullt utbildade embryoner och att dessa, då de befriats från äggskalet, börjat utföra de typiska, slingrande rörelserna. Endast i sådana cystor, som undersökts mycket kort tid efter den första övervintringens slut, har innehållet i en del ägg visat sig vara helt eller delvis odifferentierat. Detta tyder på att äggklyvningen och embryobildningen tar sin början mycket tidigt och att alla livsdugliga ägg få fullt utbildade embryoner redan under tiden närmast efter första övervintringen. Visserligen följer icke därav att embryonerna i och med detta äro omedelbart kläckningsfärdiga, men å andra sidan är det föga troligt att flertalet av dessa synbarligen fullt utbildade larver skulle behöva en ytterligare mognadsperiod på ett eller flera år.

De faktorer, som betinga äggens kläckning och larvernas utvandring ur cystorna äro emellertid i sin helhet ännu mycket ofullständigt kända, och man vet ej heller hur stor del av larverna det är, som cystorna under olika förhållanden lämna från sig under olika år. Undersökningar häröver pågå vid växtskyddsanstalten sedan flera år tillbaka. På grund av att försöksanordningarna varit behäftade med stora brister, vilka undan för undan avhjälpts, ha dessa undersökningar dock ännu ej givit några resultat av värde.

Äggens storlek.

I motsats till cystorna variera äggen jämförelsevis litet med avseende på sin storlek.

Till formen äro de kort cylindriska och i ändarna halvklotformigt rundade. Vid mätning av 208 ägg ur cystor, som härrörde från olika lokaler och voro olika stora, befanns äggens längd variera från 90 till 115 μ och deras bredd från 38 till 53 μ. Medellängden var 102 och medelbredden 44 μ. Dessa medeltal stämma mycket väl överens med dem som Kemner (1929) fann i det av honom undersökta materialet från Hälsingborg och Högsjö, i vilket medeltalen för äggens längd och bredd voro resp. 102,5 och 48,0 μ.

Äggvolymen varierar mellan 0,000089 och 0,000125 kbmm omkring ett medelvärde av 0,0001 kbmm.

»Mikrocystor».

Triffitt (1935) har beskrivit en del mycket små cystliknande bildningar, »microcysts», som hon funnit i engelskt cystmaterial. Hennes otvivelaktigt



Fig. 1. »Mikrocystor» anträffade i en potatisnematodcysta.

riktiga uppfattning om dem är att de icke ha något genetiskt samband med potatisnematoden. Hon gör dock intet försök att tyda dem.

Ett fynd bland svenska cystor kan måhända bidraga till att lösa frågan om dessa mikrocystors rätta natur. Vid undersökning av potatisnematodcystor från Norrköping visade sig en av dem innehålla — förutom ett mindre antal ägg — sju mycket små, nästan klotrunda, ihåliga bildningar av gulbrun färg (fig. 1). Dessas diameter varierade mellan 99 och 137 μ och deras medelvolym var 0,001 kbmm, d. v. s. 10 gånger så stor som äggens.

Från ett halsliknande utskott, ej olikt nematodcystornas hals, utgingo hyfliknande trådar. De förhållandevis tjocka väggarna voro genomdragna av talrika fina, radiärt gående kanaler, genom vilka på flera ställen svamphyfer av annat slag trängt in. De förstnämnda hyferna, vilka tydligen hörde intimt samman med »mikrocystan», gåvo anledning förmoda att

denna tillhörde någon svampart, varför några av dessa bildningar överlämnades till anstaltens botaniska avdelning. De undersöktes där av fil. dr D. LIHNELL, som på grund av deras struktur och övriga beskaffenhet kom till det resultatet, att de med all sannolikhet utgjordes av vesiklar av potatisens mykorrhizasvamp.

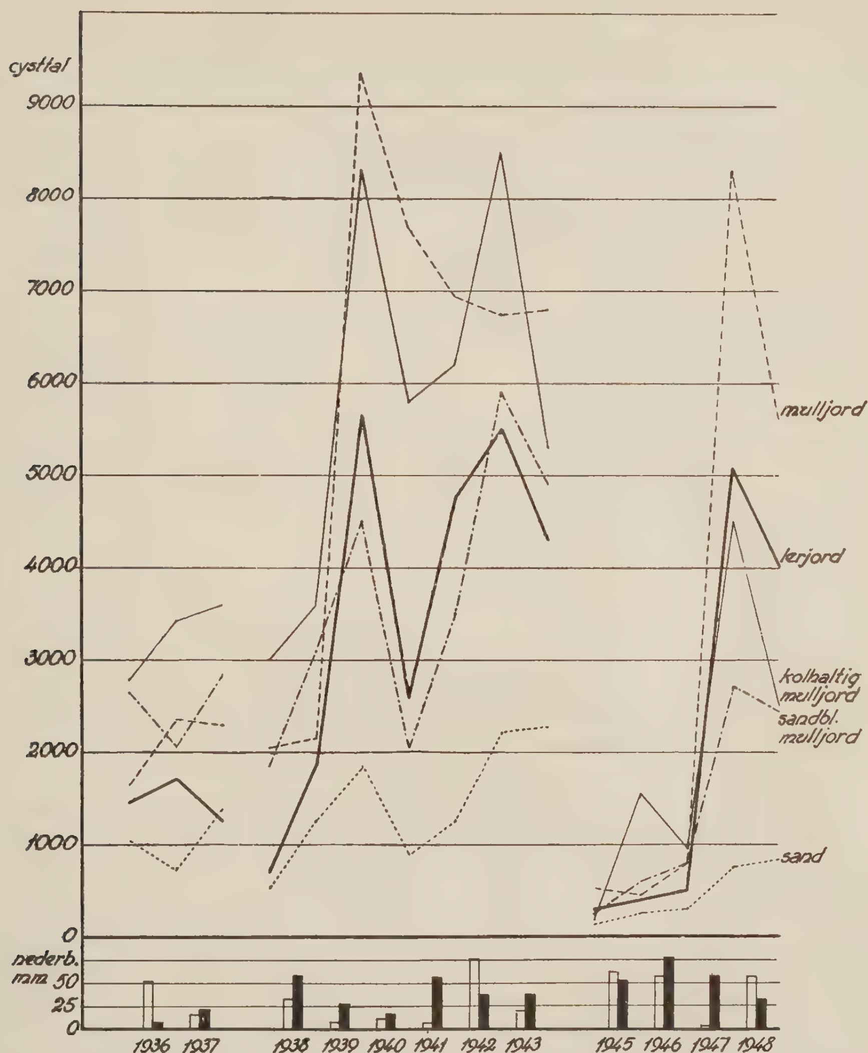
Potatisnematodens förökning i olika jordmån och vid olika jordfuktighet.

För att ge upplysning om vilken roll jordens beskaffenhet spelar för potatisnematodens förökning, påbörjades vid huvudanstalten 1931 en mycket enkel undersökning, som alltjämt fortsättes.

Fem i jorden nedgrävda, ½ m vida cementkärl fylldes med ett halvmeterdjupt lager jord — omkring 80 liter — ovanpå ett bottenlager av sten och grus. Till ett av dessa kärl hämtades jorden från det utfyllda och till stor del av små potatisland upptagna hamnområdet i Höganäs. Denna jord är en med slagg och annat avfall från kolgruvorna starkt uppblandad mulljord. I ett annat är det ren sandjord och i ett tredje sandblandad mulljord, båda från Lerberget, strax norr om Hälsingborg. Då jorden i dessa tre fall var starkt nematodhaltig, steriliserades den i autoklav före försökets början. I det fjärde kärlet är det ren mulljord (lövkompostjord) och i det femte lerjord, båda hämtade från Experimentalfältet och ursprungligen fullständigt fria från potatisnematoder.

Sedan jorden påfyllts resp. kärl, ihälldes i varje kärl 2 liter nematodhaltig jord, som inblandades i den övriga jorden. Då denna nematodhaltiga tillsatsjord innehöll 190 fulla och 325 halvfulla cystor pr liter jord, kom varje kärl att innehålla i det närmaste 2,5 fulla och 4 halvfulla cystor pr liter jord, vilket ger ett cysttal av omkring 4,5. Vid bestämning av surhetsgraden visade sig pH i Höganäsjorden vara 6,0, i lerjorden 6,7, i sandjorden 7,2, i den sandblandade mulljorden 7,3 och i den rena mulljorden 7,5. Jorden varierade sålunda från svagt sur till svagt alkalisk.

Alltifrån undersökningens början ha 3 potatisplantor årligen odlats i varje kärl, samtliga 15 plantor av en och samma sort. Inga gödselmedel av något slag ha tillförts, vare sig före försökets början eller senare. Nematodhalten har årligen bestämts med ledning av jordprov, som tagits på hösten efter omgrävning och blandning av jorden. Genom dessa provtagningar har naturligtvis jordmängden i rören minskats något varje år, så att ny jord hittills måst påfyllas ett par gånger (1937 och 1944). Eftersom den påfyllda jorden var nematodfri, orsakades därigenom en viss utspädning av nematodhalten med ty åtföljande sänkning av cysttalen. 1937 togs därför en extra omgång prov, sedan den nya jorden inblandats. 1944 där-



Diagr. 5. Cysthaltens förändringar i kärl med olika jord under åren 1936—1948. Därunder nederbörden i maj (vita staplar) och i juni (svarta staplar).

emot blevo av förbiseende inga jordprov tagna före påfyllningen. Till och med hösten 1934 togs blott ett, från och med 1935 däremot tre prov i varje kärl, på vilkas medeltal sedan resp. cysttal beräknades.

Nematodhaltens växlingar i de olika kärlen under åren 1936—48 framgår av diagr. 5 på vilket cysttalen för dessa år äro inlagda. På grund av

den relativa osäkerheten hos de fyra första årens cysttal, äro dessa ej medtagna.

Från det låga begynnelsevärdet av ungefär 5 vid undersökningens början 1930 ha cysttalen i samtliga kärl ökats högst betydligt. Ökningen har dock icke varit kontinuerlig utan då och då avbrutits av sänkningar, särskilt under åren 1940 och 1943, vilka sannolikt orsakats av ogynnsam väderlek under någon del av försommaren, samt 1948, då den framför allt torde bero på att potatisen detta år icke blev satt förrän efter midsommar i stället för i slutet av maj. Hösten 1948 var cysttalet i sandjorden 810, i Höganäsjorden och i den sandblandade mulljorden 2 450 resp. 2 470, i lerjorden 3 980 och i den rena mulljorden 5 620. Sandjorden har alltså visat den långsammaste, mulljorden den hastigaste nematodförökningen. Av diagrammet framgår f. ö. att sandjorden ständigt haft lägre nematodhalt än de övriga jordarna. Medelvärdet av samtliga cysttal är sålunda för sandjorden 1 150 och för mulljorden 4 800. Närmast den senare kommer Höganäsjorden med ett genomsnittligt cysttal av 4 400. Lerjorden och den sandblandade mulljorden ha intagit en mellanställning med ett medelvärde av cysttalen på resp. 3 200 och 2 950.

Av dessa jordar synes alltså sandjorden vara minst gynnsam för nematodernas förökning, mulljordarna (lövkompostjorden och den kolhaltiga Höganäsjorden) däremot bäst. Vidare synas sand- eller lerhaltiga jordar vara bättre än den rena sandjorden men sämre än mulljordarna.

Detta kan måhända förefalla egendomligt i betraktande av att våra mest utpräglade sandjordsområden äro de, där potatisnematoden är mest spridd och har förökat sig starkast. Motsättningen är emellertid endast skenbar och har sin naturliga förklaring i det förhållandet att det just är inom sandjordsområdena som vi ha den intensivaste potatisodlingen — på åtskilliga egnahems- och koloniområden här har potatis kunnat odlas 15—20 år i oavbruten följd — och här har alltså potatisnematoden haft vida bättre möjligheter än på andra jordar att föröka sig, sedan den väl en gång råkat komma dit.

Frågan om jordmånens betydelse för nematodernas förökning har tidigare behandlats av Reinmuth (1929), som bl. a. fäst sig vid det förhållandet att i Mecklenburg nematodhärdarna huvudsakligen förekomma inom lättjordsområdena, under det att nematodangrepp på tyngre jordar äro sällsynta trots ständig potatisodling. För att klarlägga orsakerna härtill odlade han potatisplantor av en och samma sort (Böhms Edeltraut) i kärl med olika jord-sandblandningar, som infekterats med lika många cystor vardera. Den använda jorden hade en halt av 98 % »Feinerde» (kornstorlek mindre än 2 mm) med ungefär 41 % svämbara delar. Till strukturen var den att anse som »schwerer Boden» och synes närmast motsvara styv lera. I försöket ingingo dels blandningar av lerjord och sand i förhållandena 5: 2,

1 : 1 och 2 : 5, dels ren lerjord och ren sand — samtliga 5 led ogödslade — dels slutligen gödslad sand. Fuktigheten var lika hög i alla kärlen. När cysthalten bestämdes, visade det sig att antalet cystor pr 100 kbcm jord i den ogödslade sanden uppgick till 112, i lerjorden till 153, i blandningen 2 delar lerjord och 5 delar sand till 241, i lika delar sand och lerjord till 259 samt i blandningen 5 delar lerjord och 2 delar sand till 276. I den gödslade sanden uppgick det till 159 eller till ungefär detsamma som i den oblandade lerjorden.

Sålunda hade, säger Reinmuth, tillsats av sand till den ursprungliga lerjorden orsakat en betydande ökning av cystbesättningen på rötterna. En ökning därav proportionellt mot förhållandet lerjord: sand kunde dock icke iakttagas.

Vare sig man nu vill instämma med Reinmuth i hans uppfattning av sandinblandningens betydelse eller vända på satsen och säga att det är lerjordstillsatsen till sanden, som gjort denna mera passande för nematoderna, kvarstår dock det faktum att den rena, ogödslade sanden även i hans försök visat sig vara den för nematodernas förökning minst gynnsamma.

En av de viktigaste faktorer, som inverka på nematodernas trivsel är utan tvivel jordens förmåga att kvarhålla fuktighet. En av de mest påfallande skillnaderna mellan de undersökta jordarna är nämligen den olika hastighet varmed de torka efter vattning eller regn. Medan den genomsläppliga sandjorden, som visat den långsammaste nematodförökningen, torkar mycket hastigt, dröjer det däremot mycket länge, innan det blir torrt i mulljordarna, där nematodförökningen varit starkast.

För att i någon mån belysa jordfuktighetens inverkan på nematodförökningen gjordes följande enkla försök. Kärlen utgjordes i detta fall av vanliga, omkring 17 cm vida glaserade Höganäsrör, försedda med en tunn, i mitten genomborrad cementbotten och rymmande i genomsnitt 8 liter vardera. 5 sådana kärl fylldes med steriliserad jord — en blandning av lika delar väl förmultnad lövkompostjord och sand — varefter vart och ett av dem infekterades med 100 fulla och så vitt möjligt lika stora potatisnematodcystor, så att cysttalet i samtliga kärl blev ungefär 12. I varje kärl sattes sedan en »ögonstickling», d. v. s. en med korkborr utskuren potatisbit med blott ett öga.

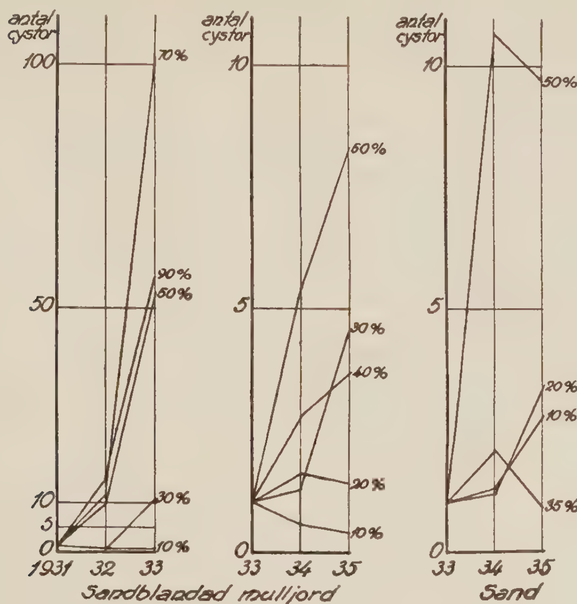
Jordens förmåga att upptaga och kvarhålla vatten fastställdes genom vägning av några liter väl lufttorkad jord, som därpå mättades med vatten och vägdes på nytt, så snart all droppning upphört. Sedan detta upprepats flera gånger, befanns det att den fullt mättade jorden vägde nästan exakt 50 % mer än den torra. 1 liter torr jord, vägande 770 gr, kunde alltså upptaga och kvarhålla 385 gr vatten. Under försökets gång måste fuktigheten i jorden sedan kontrolleras tillräckligt ofta för att kunna vid behov regleras. Kontrollen skedde till en början genom vägning, torkning och

förnyad vägning av jordprov, som tagits med jordborr. Detta tillvägagångssätt visade sig emellertid av flera skäl olämpligt och jordborret ersattes därför med långsträckt koniska och tämligen vidmaskiga metallduksbehållare, en för varje kärl och med samma numrering som detta. Varje sådan tratt hade en rymd av 80 kbcm eller praktiskt taget 1/100 av hela kärlets. Dessa trattar, som givetvis voro fyllda med jord ur resp. kärl, upptogos och vägdes ett par gånger i veckan. Inuti dem var fuktigheten alltid densamma som i den omgivande jorden, med vilken de, tack vare sin koniska form, stodo i direkt beröring med hela sin yta. Då emellertid trattarna med sin spets endast nådde ned till mitten av rören, kommo givetvis de övre torrare skikten av jorden att vid vägningen bli överrepresenterade i förhållande till de undre. Genom upprepade jämförande vägningar av jordprov, som tagits på olika djup i kärlen, erhölls dock en skala, enligt vilken det var möjligt att tillnärmelsevis uppskatta de uppkomna felen och att tämligen säkert korrigera de vid trattarnas vägning erhållna värdena. Denna ganska tidsbesparande metod att kontrollera fuktigheten gav givetvis endast approximativa värden, vilket dock kunde anses tillräckligt, då avsikten med försöken blott var att fastställa den ungefärliga storleksordningen av potatisnematodens fuktighetsbehov.

Cysthalten i jorden bestämdes på vanligt sätt genom undersökning av 2—3 jordprov, som togos varje höst, sedan jorden i vart kärl för sig blivit uthälld och väl omrörd.

1932—33 omfattade försöket endast nyssnämnda 5 kärl med sandblandad lövkompostjord, i vilka jorden höll 10, 30, 50, 70 och 90 % relativ fuktighet, d. v. s. vattenmängder, uppgående till resp. 5, 15, 25, 35 och 45 % av jordens torrvikt. 1934—35 prövades 10, 20, 30, 40 och 50 % relativ fuktighet, motsvarande 5—25 % av torrvikten, och samtidigt var försöket utökat med 4 kärl, som innehöllo ren sandjord med känd cysthalt och i vilka prövades 10, 20, 35 och 50 % relativ fuktighet, motsvarande ungefär 3, 7, 12 och 17 % av torrvikten. Sanden visade sig nämligen ej kunna upptaga vatten till mer än omkring 30 % av torrvikten.

Resultatet av dessa fuktighetsförsök framgår av diagram 6, vilket visar att potatisnematodens förökning i den sandblandade mulljorden under 1932—1933 varit starkare vid omkring 70 % relativ fuktighet än vid både 50 och 90 % och att den under 1934—1935 i såväl den sandblandade mulljorden som den rena sandjorden varit starkast vid 50 % relativ fuktighet, den högsta fuktighet, som då förekom i försöket. Trots de fel, som vidlåda dessa försök, torde man vara berättigad att i resultatet se ett bevis för att potatisnematodens fuktighetsoptimum ligger jämförelsevis högt. Det är då också ganska befogat att just i sandjordens relativa torrhet se en av de viktigaste orsakerna till att potatisnematoden i sandjorden förökar sig vida långsammare än i andra, mindre torra jordar.



Diagr. 6. Jordfuktighetens inverkan på cysthalten i kärl med dels sandblandad mulljord, dels ren sand under åren 1932—1933 samt 1934—1935.

Jordfuktighetens betydelse för nematoderna framgår kanske än mer, om vi jämföra nematodhaltens växlingar (diagr. 5) med nederbördsförhållandena under de olka åren, särskilt 1938—1943 samt 1947, då cysthalten i samtliga kärl starkt ökats eller minskats. Då potatissättningen i regel skett under senare hälften av maj, bör det huvudsakligen vara nederbörden under maj och juni — framför allt i början av juni — som inverkat på nematodförökningen.

En genomgående stark ökning av nematodhalten skedde sålunda åren 1938, 1941, 1942 och 1947, en kraftig minskning däremot 1940 och 1943. Vad beträffar åren 1939 och 1948 bör nämnas att varken ökningen 1939 eller minskningen 1948 får sättas i samband med klimatiska faktorer. 1948 blev nämligen potatisen — som redan påpekats — av misstag ej satt förrän efter midsommar, och 1939 vattnades kärlen — liksom även under 1936 och 1937 — flera gånger under den starka torka, som då rådde under maj och juni. Någon vattning i dessa kärl skedde annars icke.

Under åren 1938, 1941 och 1947 var juni ungefär normalt regnig, 1942 däremot något torrare än normalt. Det obetydliga nederbördsunderskottet då torde emellertid ha mer än väl täckts av nederbörden under maj, som visade ett överskott på 30 mm. Cysthaltens ökning under dessa fyra

år synes därför väl bekräfta jordfuktighetens betydelse för nematodernas förökning. Det förefaller f. ö. som om den normala junínederbörden — 47 mm — varit ungefär tillräcklig för att åstadkomma en något så när optimal fuktighet inuti kärlen.

Under de båda åren 1940 och 1943 voro däremot både maj och juni mycket torra med en nederbörd av sammanlagt blott 28 och 56 mm i stället för normalt 88 mm, d. v. s. ett underskott av 60 mm 1940 och 32 mm 1943. Framhållas bör dessutom dels — beträffande 1940 — att värmen under maj och juni då var avsevärt högre än normalt och att torkan därigenom blev ytterligare skärpt, dels — i fråga om 1943 — att av den samlade juninederbörden — 36 mm — nära 80 % (28,5 mm) föll under månadens senare hälft, då dess betydelse för nematoderna måste ha varit vida mindre än i början av månaden. Nematodhaltens minskning under dessa båda år synes sålunda också vara klart betingad av nederbördsförhållandena.

Egendomlig förefaller emellertid den genomgående svaga ökningen av nematodhalten under åren 1945 och 1946, då maj och juni hade större nederbördsöverskott än under något annat av försöksåren. Då det icke finns anledning att misstänka några större observationsfel, kan det tänkas att nederbörden varit alltför riklig och därigenom hämmat förökningen. Det bör i detta sammanhang framhållas att någon avrinning av ytvattnet icke kan ske i försökskärlen med deras decimeterhöga fria kant, varför allt vatten, som faller innanför denna, i den mån det icke avdunstar, måste tränga helt igenom försöksjorden.

Svår att förklara är däremot den minskning av cysthalten, som åren 1941 och 1942 inträffade i den rena mulljorden i skarp motsats till den samtidiga ökningen i övriga jordar. Minskningen är dock procentuellt ganska liten — ej större än 10 resp. 3 % — och skulle möjligen kunna bero på observationsfel.

Mycket stor roll för nematodförökningen spelar helt säkert även jordens struktur, särskilt styrkan av sammanhållningen mellan dess smådelar. Ju fastare sammankittade dessa äro, desto större bör det motstånd vara, som de framträngande nematodlarverna ha att övervinna, och desto svårare bör det bli för dem att nå fram till potatisrötterna. I lös och lucker jord måste de otvivelaktigt ha lättare att arbeta sig fram än i fast och hård jord, såsom styv lera, vilken vid torkning får en nästan cementartat fast konsistens. När leran emellertid blir ordentligt genomfuktad, blir den också mjuk och smidig och lättare genomtränglig, så att den då torde bli jämförlig med sand- och mulljordarna. Jordfuktigheten måste alltså antagas även indirekt ha stor betydelse för nematodförökningen.

I det av Reinmuth utförda försöket, där några av leden utgjordes av blandningar av lera och sand, har givetvis sanden verkat luckrande och

leran vattenabsorberande, ty i annat fall borde blandningen icke ha gynnat nematodernas förökning mer än vare sig sanden eller leran. Ren mulljord torde däremot i fråga om såväl struktur som vattenabsorption vara i det närmaste optimal för nematoderna, varför varje tillsats till densamma endast kan väntas medföra en försämring. I diagram 5 förlöper också kurvan för den sandblandade mulljorden mellan sandens och den rena mulljordens.

Av vad som nu framhållits synes det alltså i stort sett vara ganska berättigat att antaga att potatisnematodens förökning i särskilt hög grad påverkas av jordens struktur och vattenabsorberande förmåga och därmed också av nederbördsförhållandena under tiden närmast före och under larvernas vandring i jorden för att uppsöka värdväxtens rötter. Nederbörden under övriga delar av sommaren, då nematoderna finnas inuti rötterna, torde icke ha tillnärmelsevis samma betydelse, i varje fall icke så länge plantornas ämnesomsättning icke blir nämnvärt störd av för stark torka eller för mycken väta.

Otvivelaktigt har jordfuktigheten stor indirekt betydelse ej blott genom att inverka på jordens struktur utan även genom att vara lösningsmedel för potatisplantans rotexkretion, vilken lockar larverna att lämna äggen och cystorna och sedermera visar dem vägen till rötterna. Allteftersom jordfuktigheten växlar, bör ju rotexkretionen bli mer eller mindre utspädd och dess inverkan på nematoderna därför sannolikt av växlande styrka.

Givetvis har även jordtemperaturen en viss betydelse. Den är dock icke underkastad lika stora växlingar som nederbörden — under åren 1942—47, då regelbundna temperaturmätningar utfördes, var medeltemperaturen i jorden under juni på 20 centimeters djup icke lägre än 12,6° C (1942) och icke högre än 14,6° C (1945) — och det är därför knappast troligt att temperaturväxlingarna under normala förhållanden bli så stora, att de kunna ha något märkbart inflytande på nematoderna.

Något samband mellan nematodförökning och markreaktion synes ej föreligga, då förökningen varit starkast i den suraste och i den mest alkaliska jorden, nämligen i den kolhaltiga mulljorden från Höganäs med pH = 6,0 och i den oblandade mulljorden med pH = 7,5. Att markreaktionen icke har någon påtaglig inverkan på nematoderna har tidigare framhållits av Kemner (1929), Smith (1929), Miles (1930) m. fl., men nästan alla, som ägnat denna fråga någon uppmärksamhet, ha utgått från en principiellt felaktig frågeställning, i det att de sökt finna en korrelation mellan markreaktion och nematodhalt och icke mellan markreaktion och nematodförökning. I allmänhet ha de grundat sin uppfattning på jordprov, som tagits vid ett och samma tillfälle, och som därefter undersökts med avseende på såväl cysthalt som markreaktion. De ha därvid förbisett att cysthalten inom olika områden med samma jordmån framför allt betingas av

vegetationen och tiden. För så vitt icke olika jordmånsförhållanden spela in, beror cysthalten i främsta rummet av den tid, som förflutit sedan nematodinfektionen ägde rum, eller med andra ord av antalet nematodgenerationer, som hunnit utvecklas sedan dess. Där potatis regelbundet odlas, ökas nematodhalten mer och mer för varje år, till dess att den slutligen blir så hög, att potatisodling ej längre lönar sig. Ute i fältet kan fördenskull markreaktionens inverkan icke säkert utredas, såvida man icke under några år i följd tar ett större antal jordprov och med ledning av dem bestämmer såväl markreaktion som cysthalt.

Till sist må framhållas att TRIFFITT (1930) genom försök visat att tillräcklig syretillförsel är ett nödvändigt villkor för larvernas kläckning, och att hon häri ser en möjlig förklaring till att potatisnematoden huvudsakligen förekommer i områden, där jordmånen är sandig, lätt och lucker. Att en viss mängd syre är nödvändig för larverna synes genom hennes försök vara ställt utom varje tvivel, och det förefaller sannolikt att den hämmande inverkan, som enligt nyss relaterade försök alltför stor jordfuktighet synes ha på nematodförökningen, åtminstone delvis kan bero just på bristande syretillgång.

Potatisnematodens inverkan på skördeutbytet.

Genom erfarenheterna i de områden — såväl i Sverige som i utlandet — där potatisnematoden förekommer, har det blivit ställt utom varje tvivel att detta skadedjur är en av potatisodlingens farligaste fiender. Där den får föröka sig ostört under en följd av år, blir det så småningom omöjligt att odla potatis, i det att knölarna med varje år bli allt färre och mindre, tills skörden slutligen icke ens tillnärmelsevis uppväger utsädesmängden. Varje försök att odla potatis under sådana förhållanden betyder faktiskt bortkastat utsäde och förspillt arbete. Även den gödsel, som användes, går till spillo; det är i varje fall icke mycket av den, som kommer plantorna till godo, ty när nematodhalten i jorden nått en viss höjd, torde man icke ens med mycket stora gödselgivor kunna åstadkomma någon märkbar skördeökning.

Nematodernas betydelse som skördenedsättande faktor kan sålunda anses fullt säkert konstaterad redan genom den praktiska erfarenheten. Den har även bekräftats genom upprepade undersökningar och försök. Däremot synes man ej närmare ha undersökt hur sambandet mellan nematodhalten och skördeminskningen är beskaffat. Det skulle dock ha ett visst praktiskt värde att lära känna detta samband och därigenom bli i stånd att efter vederbörlig jordprovsundersökning avgöra huruvida man kan hoppas att i nematodhaltig jord få något så när normal potatisskörd eller icke.

Då det för undersökningar av sambandet mellan stigande nematodhalt och minskat skördeutbyte är nödvändigt att få tillförlitliga värden ej blott på cysthalten i jorden utan även på skördens storlek, äro kärlförsök givetvis otillräckliga, ej minst på grund av de stora individuella skillnaderna mellan olika potatisplantor i avseende på avkastningen. För frilandsförsök av erforderlig storlek voro dock förhållandena i Sverige vid början av dessa undersökningar föga gynnsamma. Någon större sammanhängande areal med nematodhaltig jord var då ej känd någonstädes i landet.* Överallt där potatisnematoden upptäcktes, var det helt små, i de flesta fall blott ett eller ett par hundra kvm stora potatisland, som voro infekterade. Att fördela försöken på flera sådana små områden kunde ej komma ifråga, dels därför att man alltid måste räkna med möjligheten av stora skillnader i kulturförhållanden o. s. v. på de olika jordstyckena, dels också därför att resp. ägare av lättförklarliga skäl i regel ej voro benägna att för några år framåt avstå från att själva bruka sina små områden genom att ställa dem till anstaltens disposition.

Genom tillmötesgående från vederbörande myndigheter i Hälsingborgs stad fick anstalten dock fr. o. m. 1929 kostnadsfritt disponera tvenne jordstycken, det ena 900, det andra 600 kvm. Det senare måste dock redan 1931 på grund av vissa gaturegleringar återlämnas till staden. I dess ställe fick anstalten dels genast ett område om 200 kvm på annan plats inne i själva staden, dels 1937 ett tredje område om 850 kvm i Raus söder om staden, varigenom sammanlagda arealen försöksmark, som anstalten disponerade i Hälsingborg, ökades till nära 2 000 kvm. När en del av dessa områden 1941 behövdes för stadens egna ändamål flyttades samtliga försök till ett i Arlöv arrenderat område om ungefär 1 250 kvm. Jorden i samtliga försöksområden kan närmast karakteriseras som mullhaltig och något lerig sandig mo.

Då emellertid samtliga frilandsförsök måste få rum på dessa områden, blev den areal, som kunde utnyttjas för varje särskild försöksserie så liten, att såväl parcellernas antal som deras storlek måste starkt begränsas. Därtill kom också att flertalet försök på grund av det upprepade ombytet av försöksplats en eller ett par gånger måste avbrytas i förtid, innan några resultat erhållits. I flera fall inneburo således dessa flyttningar att försöken måste göras om från början, varigenom de givetvis kommo att pågå vida längre tid än vad man först räknade med.

Trots det stora spelrum, som de individuella skillnaderna mellan plantorna måste ha fått i de små försöksparcellerna, visar det sig dock att resul-

* Den första större potatisnematodarealen upptäcktes i västra Blekinge 1939 och sedermera har ytterligare ett 10-tal större nematodområden upptäckts dels i samma trakt, dels i östra, södra och nordvästra Skåne, alla inom utpräglade sandjordsområden.

taten äro tillräckligt samstämmiga för att berättiga vissa antaganden och slutsatser ifråga om de undersökta förhållandena.

De potatissorter som hittills — åren 1929—1945 — odlats i försöken ha till största delen varit kräftimmuna, nämligen Ackersegen (6 år), Alpha (5), Arran Consul (13), Beseler (2), Dir. Johannsen (5), Dukker (3), Dunbar Yeoman (5), Erdgold (8), Hellena (4), Hindenburg (7), Irish Cobbler (5), Jubel (4), Juli (5), King George V (13), Majestic (5), Parnassia (10), Pepo (2), Rosafolia (3), Wekaragis (3) och Voran (8). De icke kräftimmuna sorterna ha varit Birgitta (2), Brita (2), Early Puritan (15), Evergood (2), Magnum Bonum (3), Up to date (2) samt Wohltmann (5 år). Dock ha endast föga mer än hälften av dessa sorter varit i försök tillräckligt många år i en och samma kombination av sorter för att skördesiffrorna skola kunna användas för att belysa nematodernas inverkan på avkastningen.

Då försöken omfattat flera sorter vardera och fortsatt under flera år — för några sorter med eller utan avbrott i 10—15 år — har det i vissa fall varit nödvändigt att för jämförelses skull omräkna primärsiffrorna med hänsyn till de växlingar i skördens storlek, som betingas dels av väderleksförhållandena under de olika åren dels av de normala sortskillnaderna och att taga vederbörlig hänsyn till de därigenom mer eller mindre utjämnade skördevärdena.

Då emellertid några tillförlitliga siffror för varje enskild sort icke föreligga eller i varje fall icke varit tillgängliga för ifrågavarande år, har omräkningen med hänsyn till årsskillnaderna skett med ledning av de officiella uppgifterna rörande medelskörden av potatis i Malmöhus läns slättbygd för dessa år (tab. 1), och med hänsyn till sortskillnaderna enligt en

Tabell 1.

Medelskörden av potatis (kg/ha) i Malmöhus läns slättbygd åren 1929—1945.

År	Skörd		År	Skörd		År	Skörd	
	kg	rel.t.		kg	rel.t.		kg	rel.t.
1929	11 850	112	1935	10 480	99	1941	14 180	135
1930	12 980	123	1936	11 700	111	1942	10 540	100
1931	11 880	113	1937	12 050	114	1943	12 950	123
1932	14 140	134	1938	12 640*	120	1944	8 310	79
1933	14 380*	136	1939	12 970*	123	1945	10 220	97
1934	12 870	122	1940	14 400	137			

* Siffrorna dessa år representera länsmedeltal och äro högre än medeltalen för slättbygden.

Tabell 2.

Uppskattningsvis gjord gradering av den normala avkastningen av de i försöken i Hälsingborg, Raus och Arlöv ingående potatissorterna.

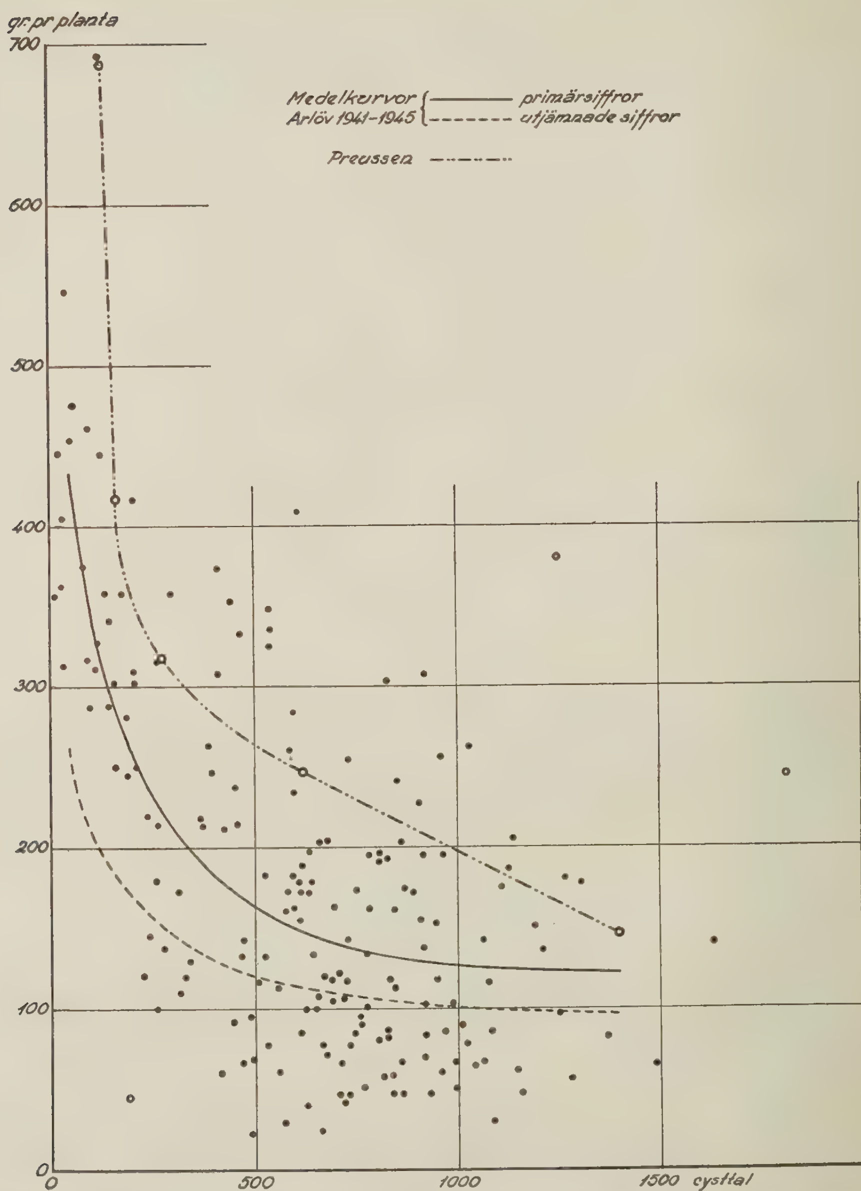
Sort	Gradering enligt normal skörd	Sort	Gradering enligt normal skörd
Alpha	100	Jubel	90
Ackersegen	100	Juli	50
Arran Consul	85	King George V	75
Dir. Johannsen	70	Majestic	90
Dunbar Yeoman	65	Parnassia	85
Dukker	55	Rosafolia	80
Early Puritan	70	Voran	100
Erdgold	90	Wekaragis	105
Hindenburg	90	Wohltmann	85
Irish Cobbler	65		

huvudsakligen uppskattningsvis gjord gradering av resp. sorters normala avkastning (tab. 2).

För att undvika eventuellt störande inverkningar av olika gödselmedel — sålunda verkar naturlig gödsel liksom kalk och superfosfat befrämjande, kalkkväve och chilesalpeter i stora givor däremot hämmande på nematodernas förökning — gödslades jorden i Arlövsförsöket och i halva Rausförsöket icke alls under hela försöksperioden. Skörden blev givetvis därigenom lägre än den annars skulle ha blivit. Skördesiffrorna från den gödslade halvan av Rausförsöket visa dock att en normal gödselgiva ej under alla förhållanden förmår öka skörden nämnvärt.

Några andra viktiga skadedjur än potatisnematoden ha icke uppträtt i försöken och praktiskt taget icke heller några svårare potatissjukdomar. Endast Magnum Bonum, som förekom i försöken under åren 1929—1931, var märkbart angripen av bladrullsjuka. Denna sort är emellertid liksom vissa andra sorter, som lika kort tid förekommo i försöken, ej medtagen i det följande, varför bladrullsjukans förekomst i försöket icke haft någon som helst inverkan på de försöksresultat, som här komma att nämnas.

Diagram 7 visar förhållandet mellan jordens cysthalt och avkastningen i gr pr planta av de 9 potatissorterna Alpha, Arran Consul, Dir. Johannsen, Dunbar Yeoman, Early Puritan, Irish Cobbler, King George V, Majestic och Voran i det helt ogödslade försöket i Arlöv 1941—1945. Utsädet till detta togs varje år från odlingar i nematodfri jord vid huvudanstalten. Den ena av de båda medelkurvorna är baserad på primärsiffrorna för samtliga



Diagr. 7. Nematodhaltens inverkan på avkastningen dels av samtliga potatissorter i försöket i Arlöv 1941—1945 dels av sorten »Preussen» i ett tyskt försök (GOFFART) 1931—1935.

9 sorter, den andra däremot på de med hänsyn till års- och sortskillnaderna utjämnade siffrorna. På tre ställen äro prickarna ersatta av små cirklar, angivande att cysttalen i dessa fall äro uppenbart felaktiga. Två äro nämligen mycket för höga, ett är mycket för lågt, vilket framgår vid jämförelse med närmast föregående och närmast följande års cysttal i samma parceller. Dessa tre punkter ha därför lämnats utan avseende vid beräkningen av medelkurvorna. De ha dock medtagits vid beräkningen av korrelationen mellan cysttal och avkastning. Denna var, beräknad på primärsiffrorna, —0,238 med p-värdet 0,01** 0,001*** varav således framgår att det finnes ett säkert samband mellan den observerade skördeminskningen och jordens nematodhalt.

Medelkurvorna i diagrammen ha dragits så, att de så nära som möjligt ansluta sig till medeltalen av skördesiffrorna inom de olika cysttalsklasserna 1—150, 151—300 o. s. v. De stupa mycket brant nedåt redan vid en mycket låg cysthalt, men visa snart — när cysttalet stigit till omkring 100 — en tendens att ta en mera horisontal riktning. Ju mer cysthalten stiger, desto tydligare blir denna tendens, och när cysttalet närmar sig 1 000 gå kurvorna nästan horisontalt.

Medelkurvorna från samtliga försök i Hälsingborg och Raus överensstämma i allt väsentligt med Arlövskurvorna, varför det torde vara överflödigt att här återge dem. Korrelationen mellan cysttal och avkastning varierar givetvis i de olika försöken och är i de flesta fall ej högre än i Arlövsförsöket. För samtliga Hälsingborgsförsök under åren 1929—1935, omfattande sorterna Ackersegen, Arran Consul, Early Puritan, Erdgold, Hindenburg, Jubel, Juli, King George V, Majestic, Parnassia, Rosafolia, Wekaragis och Wohltmann, var korrelationen —0,223 med ett p-värde av 0,001***. Åren 1931—1933 voro skördesiffrorna mindre varierande, vilket avspeglas i en högre korrelation under dessa år. Den var då —0,370 med ett p-värde $<$0,001***.

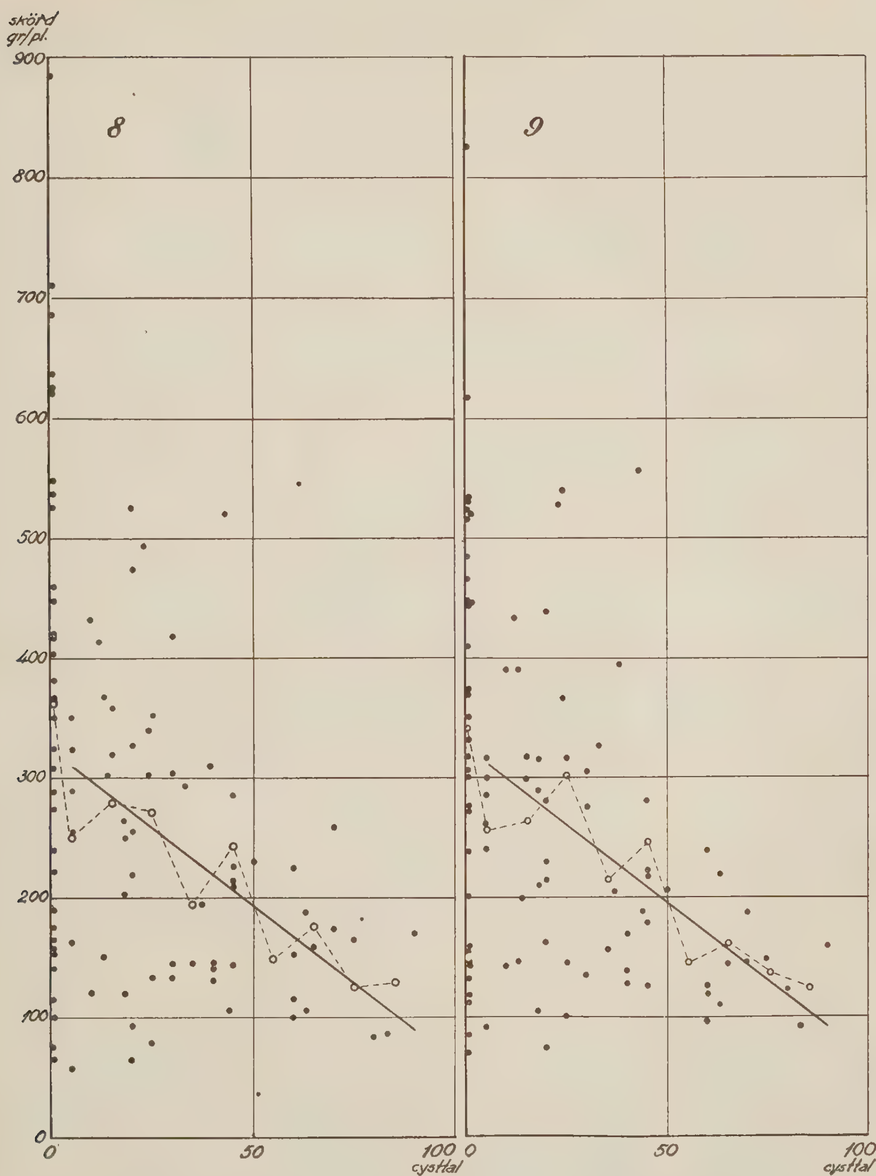
Korrelationen mellan cysthalt och avkastning i Rausförsöket var under åren 1937—1938 nästan exakt densamma som i Hälsingborgsförsöken, d. v. s. —0,226 med p-värdet 0,01**—0,001***. De i Raus odlade sorterna voro Ackersegen, Arran Consul, Dukker, Early Puritan, Erdgold, King George V, Majestic, Parnassia och Voran, d. v. s. sorter som — med undantag av Dukker och Voran — förekommo även i Hälsingborgsförsöken. Åren 1939—1940 varierade emellertid skördesiffrorna ovanligt starkt inom de olika cysthaltsklasserna, varför korrelationen då ej blev högre än —0,052 med ett p-värde av 0,6—0,5. Medelkurvan har dock samma förlopp som i alla övriga försök.

Medelkurvorna från dessa försök visa genom sitt i begynnelsen branta fall att potatisplantornas avkastning börjar minskas starkt redan vid en mycket ringa cysthalt. Den allmänna uppfattningen torde dock annars

vara den, att det fordras en ganska hög cysthalt i jorden för att märkbara skördeförluster skola vållas. Att man i praktiken ej så lätt märker att redan en låg cysthalt kan nedsätta skörden högst betydligt är ju lätt förklarligt. Dels uppträder potatisnematoden till en början mestadels blott på enstaka, ganska små fläckar, som på näringsrik jord kanske först efter några år falla i ögonen på grund av sina mer eller mindre försvagade plantor, dels kan ju potatisskördarnas storlek variera år från år inom ganska vida gränser, så att en av potatisnematoden på enstaka, starkt begränsade fläckar vållad skördeminskning antingen förbises eller tillskrives andra orsaker, så länge icke detta skadedjurs förekomst i jorden blivit upptäckt. Dess angrepp bruka ju som bekant karakteriseras som »smygande».

De medelkurvor för skördeminskningen vid stigande cysthalt i jorden, som erhållits ur försöken i Hälsingborg, Raus och Arlöv, ge god ledning för gradering av cysthalten. Ett förslag till sådan gradering gjordes redan av KEMNER (1929), som använde beteckningen »svagt angripna» för sådana jordar, som i ytlagret innehålla färre än 1 000 potatisnematodcystor pr liter jord. Som »medelstarkt» och »starkt angripna» betecknade han jordar med 1 000—2 000 resp. fler än 2 000 cystor pr liter jord. Han utgick därvid från den av RENSCH (1925) uppgjorda graderingen för betjordars halt av betnematodcystor och gjorde liksom RENSCH ett tillägg beträffande cystornas innehåll. Medan RENSCH framhöll att 15 % av cystorna borde vara »fyllda», formulerade emellertid KEMNER sitt tillägg så att minst 15 % av cystorna borde ha »levande innehåll». Denna formulering gör det tyvärr svårt och i vissa fall t. o. m. omöjligt att avgöra till vilken kategori en nematodhaltig jord skall föras. Sålunda skulle en jord med exempelvis 750 fulla cystor pr liter jord (alltså med cysttalet 750) enligt KEMNERS formulering sägas ha betydligt lägre cysthalt än en jord med dubbelt så många men blott till 1/10 fyllda cystor (cysttalet sålunda 150), eftersom villkoret att ha »levande innehåll» uppfylles även av samtliga cystor i den sistnämnda jorden. Om man emellertid — såsom RENSCH möjligen också själv menat — utgår från att de anträffade cystorna skola ha en medelfyllnadsgrad av 15 %, komma »svagt angripna» jordar att karakteriseras av ett cysttal av högst 150, »medelstarkt angripna» jordar av ett cysttal från 150 upp till 300 och »starkt angripna» jordar slutligen av cysttal högre än 300. Dessa värden äro vida rimligare, men dock otvivelaktigt mycket för höga. När det visar sig att en nematodhalt, motsvarande cysttalet 100, kan medföra en skördeminskning av 60—70 %, måste undre gränsen för »starkt angripna» jordar dragas långt under cysttalet 100.

Till belysning av den inverkan, som redan en ringa nematodhalt har på avkastningen, må anföras några siffror från ett av Hälsingborgsförsöken 1929—1932. Härifrån föreligga nämligen 96 skördeobservationer för par-



Diagr. 8—9. Låg nematodhalts (cysttal 1—100) inverkan på avkastningen av de i ett av Hälsingborgsförsöken 1929—1932 ingående potatissorterna. Diagr. 8: primärsiffror, diagr. 9: med hänsyn till års- och sortskillnaderna utjämnade siffror.

celler med cysttal mindre än 100. Av dessa observationer hänföra sig 33 till parceller, i vilka nematodhalten enligt jordprovsundersökningarna måste betecknas med cysttalet 0, ehuru de, enligt vad följande års prov visade, icke varit fullständigt nematodfria. I dessa till synes nematodfria parceller blev medelskörden 364 gr pr planta. Av diagram 8 framgår hur skörden minskats med varje ökning av cysthalten. Vid cysttalet 80 är medelskörden sålunda ej högre än 120—130 gr pr planta, vilket sålunda innebär att skörden gått ned med omkring ⅔ redan innan cysthalten nått cysttalet 100. Korrelationen mellan cysthalt och skörd är, beräknad på primärsiffrorna, — 0.239 med p-värdet 0,02—0,01**. Efter omräkning av skördesiffrorna med hänsyn till års- och sortskillnaderna blir korrelationen —0,245, likaledes med p-värdet 0,02—0,01**. Omräkningen av skördesiffrorna medför, som framgår av diagram 9, icke den minsta förändring av medelkurvan, som i detta fall utgöres av en rät linje, vilket ju var att vänta då den motsvarar den första brant nedåtgående delen av den totala normala medelkurvan, vilken i det närmaste motsvaras av kurvorna i diagram 7.

Av diagrammen 8 och 9 framgår sålunda att redan vid ett cysttal av några få enheter nematodhalten i jorden kan orsaka en avsevärd skördeförlust. Vid ett cysttal av exempelvis 5 blev medelskörden i ifrågavarande Hälsingborgsförsök omkring 310 gr, d. v. s. 50 gram (15 %) mindre än vid cysttalet 0. Detta är ingalunda så orimligt som det kanske förefaller. Om man nämligen försiktigtvis räknar med att medeltalet ägg pr cysta ej är större än 200 och att under kommande vegetationsperiod blott 20 % av dessa ägg kläckas, finnas alltså i varje liter jord 200 larver färdiga till angrepp. Räknar man vidare med att varje potatisplanta vid vanligt rad- och plantavstånd ej upptar större utrymme än 0,2 kvm, komma dess rötter att ned till 25 centimeters djup genomväxa 50 liter jord och att därvid hotas av angrepp av 10 000 nematodlarver. Visserligen dö många av dessa larver, innan de hunnit göra någon skada, men exemplet visar dock att redan ett så litet antal fulla cystor som 5 pr liter jord ingalunda är så betydelselöst, som man skulle vilja tro.

Av de båda diagrammen 8 och 9 framgår att redan några få eller i varje fall något 10-tal fulla cystor pr liter jord kan medföra en ganska stark skördeminskning och att skörden i ifrågavarande försök vid cysttalet 100 — vilket enligt den av KEMNER föreslagna graderingen skulle karakterisera jorden som »svagt angripen» — gått ned till mellan 1/5 och 1/6 av skörden i nematodfri jord. Av den heldragna medelkurvan i diagram 7, som dock ingenting säger om skörden i nematodfri jord, framgår, om man följer den växande cysthalten steg för steg — med en ökning av 100 cystor i taget — och noterar den däremot svarande minskningen av knölvikten, att steget 100—200 medför en genomsnittlig viktminskning med ungefär 80 gr pr planta. Vid nästa steg blir minskningen blott 45 gr och därpå 30, 20, 15,

10, 6 och 5 gr för att vid steget 900—1 000 bli blott 3 gr pr planta. De tre stegen från 0—300 minska alltså tillsammans skörden mer än dubbelt så mycket som de sju stegen från 300—1 000. Den punkt, där kurvan börjar bli mera horisontal än vertikal ligger ungefär vid cysttalet 300. Att döma av dess nästan horisontala förlopp, när cysttalet närmar sig 1 000, förefaller det som om knölar under alla förhållanden skulle utbildas, om blott plantorna få vara vid liv tillräckligt länge. Detta stämmer ju också väl överens med det faktum att knölbildningen är en hos potatisväxten fast fixerad reproduktionsform. En mycket stor del — stundom alla — av de knölar, som utbildas i jord med så hög nematodhalt äro emellertid alltför små för att ens kunna räknas till vad som i handeln betecknas som »småpotatis».

Den av KEMNER efter RENSCH föreslagna graderingen av jordarna är sålunda otvivelaktigt i hög grad missvisande, även om man förutsätter 15 % medelfyllnadsgrad hos cystorna. För en gradering av nematodhalten är det givetvis lämpligast att taga dess inverkan på plantorna och dessas avkastning till utgångspunkt. Då det nu visat sig att redan en halt av 20—30 fulla cystor pr liter jord kan nedsätta skörden med omkring ⅓, borde alltså undre gränsen för »starkt angripen» jord sättas vid cysttalet 25 eller kanske vid ett ännu lägre cysttal. Den marginal, som sedan återstår för »svagt» och »medelstarkt angripen» jord, blir så liten att det förefaller ganska överflödigt att fasthålla vid en gradering av de nematodhaltiga jordarna med hänsyn särskilt till nematodhaltens storlek. Snarare borde man anse all nematodhaltig jord vara »starkt angripen» eller åtminstone slopa beteckningen »medelstarkt angripen» och blott tala om »lindrig» och »hög» nematodhalt, och låta gränsen dem emellan utgöras av cysttalet 20, vilket motsvarar 1 full cysta i ett undersökningsprov om 50 kbcm. Mest upplysande för odlarna vore dock att direkt ange nematodhalten med användande av ett approximativt medelvärde för cystornas äggantal — exempelvis 200, som visat sig vara ett ganska vanligt medelvärde. Om en odlare får veta att undersökningen av jordproven från hans ägor visat en halt av 6 000 nematoder pr liter jord, bör han givetvis ha lättare att inse riskerna för fortsatt potatisodling, än om man meddelar honom att hans jord innehåller 30 cystor pr liter jord.

Det kan vara av intresse att med de här relaterade försöken i Arlöv, Hälsingborg och Raus jämföra ett av GOFFART (1936) under åren 1931—35 utfört försök med den hos oss föga kända potatissorten Preussen. Försöksområdet utgjordes av ett större fält, där potatis tidigare odlats många år i följd och där jorden befunnits vara starkt nematodhaltig med tämligen jämn fördelning av cystorna. Antalet fulla cystor uppgick vid försökets början till 140 pr 100 kbcm, vilket motsvarar cysttalet 1 400. Under försöksperioden odlades potatis årligen blott på 1/5 av fältet, medan detta i övrigt besåddes med råg. 1931 kom således potatis att följa direkt efter

potatis, 1932 däremot efter 1 års råg och sedan under de följande tre åren efter resp. 2, 3 och 4 års råg. De årliga provtagningarna visade varje gång en stark sänkning av cysthalten. 1932 hade sålunda cysttalet sjunkit från 1 400 till 620, 1933 till 270, 1934 till 160 och 1935 till 130. Samtidigt ökades skörden från 147 till 246, 319, 420 och 693 gr pr planta. Åskådliggöras dessa siffror grafiskt — för bättre jämförelses skull dock i omvänd tidsföljd — få vi den på diagram 7 inlagda kurvan, som i sina väsentliga drag väl överensstämmer med kurvorna från de svenska försöken. Den ligger dock avsevärt högre än dessa, beroende kanske på att jorden i detta tyska försök var betydligt näringsrikare än de ogödslade skånska försöksjordarna. Möjligen är Preussen dessutom en relativt högt avkastande sort. I ett annat, med det föregående dock ej direkt jämförbart försök i nematodfri jord gav den enligt GOFFART en skörd av 697 gr pr planta. Preussenkurvan synes dock utgöra en tydlig bekräftelse på att, så länge nematodhalten är låg, varje förändring av denna inverkar mångdubbelt starkare på plantornas avkastning än en lika stor förändring vid högre nematodhalt.

I detta samband uppställer sig frågan i vad mån man genom riklig och ändamålsenlig gödsling kan motverka den av nematoderna vållade skördeminskningen. Då nematodernas skadegörelse framför allt synes bestå däri, att de försätta plantorna i ett mer eller mindre svårt hungertillstånd genom att helt eller delvis förstöra de kärlsträngar i rötterna, som vidarebefordra den ur jorden upptagna näringen, bör det ju inte vara omöjligt att genom lämplig gödsling åstadkomma en viss skördeökning. Erfarenheterna i praktiken synas också visa att gödslingens verkan till en början är mycket god men sedan vid stegrad nematodhalt försämras för att slutligen helt utebli.

Tyvärr ha blott ett fåtal försök kunnat utföras för att belysa denna ur praktisk synpunkt ganska viktiga fråga. 1929 utlade KEMNER ett försök i Hälsingborg, vilket dock, på grund av att försöksmarken behövdes för planerad gaturegleringing, måste avbrytas i förtid och sedan ej kunde upprepas. 1937 utlades i Raus invid det redan omnämnda försöket därstädes ett parallellförsök, vilket likaledes fortsatte t. o. m. 1940 och vilket gödslades 1937 och 1939, då normala givor av naturlig gödsel tillfördes. Endast under de båda första försöksåren blevo cysthalts- och skördesiffrorna tillräckligt överensstämmande att tillåta en bedömning av resultatet. Under de båda sista åren däremot, då skörden som nämnt varierade mer än vanligt är det omöjligt att bedöma gödslingseffekten. Därför kan man av detta försök knappast utläsa mer än att en normal gödselgiva ännu vid cysttalet 150 åtminstone i vissa fall kan medföra en avsevärd skördeökning. Före försökets början befanns det genomsnittliga cysttalet i de ogödslade parcellerna uppgå till 154 och i de sedermera gödslade till 141. Skörden blev i de förra 202, i de senare 267 gr pr planta. Skillnaden — 65 gr, motsvarande en skördeökning efter gödslingen av omkring 3 250 kg pr har — torde få anses vara ett gott gödslingsresultat.

1938 gåvo de ogödslade parcellerna 102 gr pr planta vid ett genomsnittligt cysttal av 480, medan de övriga parcellerna, som gödslades 1937 men icke 1938, endast gåvo 89 gr pr planta vid ett cysttal av 377. Skillnaden — 13 gr — är visserligen icke statistiskt säker, men tyder i varje fall icke på någon kvarstående verkan av föregående års gödsling, i all synnerhet som cysthalten här var lägre än i de ogödslade parcellerna.

Tredje året, 1939, blevo som nämnt skördesiffrorna ganska osäkra. Det kan likväl förtjäna nämnas att den normalgiva av naturlig gödsel, som detta år tillfördes icke synes ha haft minsta inverkan på skörden. De gödslade parcellerna gåvo nämligen blott 221 gr pr planta vid ett genomsnittligt cysttal av 498, de ogödslade däremot 305 gr vid ett cysttal av 322. Skillnaden, 84 gr, motsvarar en skördeminskning av omkring 4 200 kg pr har. Även om ingen gödsling hade ägt rum, borde förhållandet med hänsyn till cysthalten varit omkastat, så att skillnaden i stället utgjorts av en skördeökning på den gödslade halvan av omkring 40 gr pr planta eller omkring 2 000 kg pr har. Ehuru som redan nämnt inga säkra slutsatser kunna dragas av vare sig 1939 eller 1940 års försök i Raus, finns det dock åtskilligt, som tyder på att gödslingen, som kan åstadkomma en avsevärd förbättring av skörden ännu i jordar med cysttalet 150, i starkare nematodhaltiga jordar av mer eller mindre utpräglad sandjordskaraktär snart mister sin verkan. Att jordbehandling med andra medel däremot i mycket hög grad kan öka skörden även vid hög nematodhalt, framgår av vissa försök med »DD», diklorpropandiklorpropylen. Cysthalten var i dessa försök i de obehandlade parcellerna 656 ± 45,2 resp. 457 ± 39,5 och i de »DD»-behandlade parcellerna 700 ± 52,1 resp. 576 ± 37,0. Skörden i de obehandlade parcellerna uppgick till 7 450 resp. 5 350 kg pr har och i de behandlade till 11 000 resp. 12 500 kg pr har. »DD»-behandlingen hade alltså medfört en skördeökning av 3 550 resp. 7 150 kg, i senare fallet alltså en mer än dubbelt så stor skörd som i de obehandlade parcellerna. Dessa försök liksom även den genom »DD»-behandlingen åstadkomna kraftiga ökningen av cysthalten kommer emellertid att behandlas i en senare redogörelse för utförda bekämpningsförsök.

I egendomlig motsats till vad här sagts om den inverkan, som redan en låg cysthalt har på skördeutbytet, stå vissa iakttagelser och försök i England (MILES, HENDERSON och MILES, 1943). Enligt dem är — åtminstone i Merseybäckenet i västra England — potatisnematoden icke någon av de viktigare orsakerna till vare sig fullständig eller partiell felslagning av potatisskörden i jordar, där förekomsten av livskraftiga cystor (viable cysts) är ringa, d. v. s. mindre än 10 pr 10 cc jord. I sådan jord säges skördeökning lätt kunna åstadkommas medelst gödsling o. s. v. Vidare uppges att potatisgrödor, som icke visa tecken till att vara nematodangripna, kunna odlas även i jord med hög nematodhalt, d. v. s. med mer än 25 cystor pr

10 cc jord, förutsatt att inga andra ogynnsamma faktorer inverka. Skörden uppges dock vanligen ej bli mer än medelmåttig i sådan jord.

Med »viable cysts» torde avses cystor med levande innehåll, d. v. s. såväl fulla som halvfulla cystor, varför 10 resp. 25 »viable cysts» pr 10 cc jord torde motsvara cysttal av storleksordningen 500—1 000 resp. 1 250—2 500. I den engelska jord, där ifrågavarande iakttagelser gjorts, skulle alltså en cysthalt av omkring 500 fulla cystor pr liter jord eller däröver icke ha någon märkbar inverkan vare sig på plantorna eller deras avkastning, och ännu vid ett cysttal av vida mer än 1 000 skulle det under i övrigt gynnsamma förhållanden vara möjligt att erhålla medelmåttigt goda skördar. Detta synes ju uppenbart strida mot vad som undantagslöst framgått av alla i det föregående nämnda svenska försöken — i Hälsingborg, Raus och Arlöv — nämligen att redan en mycket låg cysthalt, motsvarande ett cysttal på några få tiotal, sänker skörden mycket starkt. Det är emellertid att märka att jorden i alla de svenska försöken varit mullhaltig och något lerig, sandig mo, medan försöksjorden i Merseybäckenet i de flesta fall utgjorts av mossjord (peat-moss). Visserligen ha inga svenska försök kunnat göras i sådan jord, men då mossjord som bekant ger större eller t. o. m. mycket större potatisskördar än sandjord, måste man antaga att mossjord också efter en nematodinfektion är bördigare än sandjord och att man på mossjord lättare än på sandjord kan motverka nematodernas skadegörelse genom lämplig gödsling. Samstämmigheten i de mångåriga svenska försöken gör det dock föga sannolikt att i vårt land skördeminskningen till följd av nematodangreppen skulle börja vid ett nämnvärt högre cysttal i mossjord än i sandjord. De klimatiska förhållandena ha emellertid även vid en ganska stark nematodhalt en tydlig inverkan på skördens storlek, vilket ej minst framgår av årsvariationerna i de svenska försöken, och det förefaller icke orimligt att antaga att mossjorden och klimatet i Merseybäckenet tillsammans öka potatisplantornas tolerans mot nematodangreppen i högre grad än de mest gynnsamma förhållanden, som kunna inträffa i vårt land. Utan detaljerad kännedom om resp. jordars näringsinnehåll och skillnaderna mellan övriga på skörden inverkande faktorer i de svenska och engelska försöken, är det dock omöjligt att närmare diskutera orsakerna till nematodangreppens olika inverkan på skörden.

Olika potatissorters förhållande till nematodernas angrepp.

Av de odlade potatissorterna har hittills ingen visat sig undgå angrepp av potatisnematoden. Frågan om en eventuell förekomst av nematodimmuna potatissorter har därför ej på mycket länge ansetts värd större uppmärksamhet, men har nyligen fått förnyad aktualitet genom de undersök-

ningar, som utförts av ELLENBY (1943), GEMMELL (1943) o. a., och som visat att rotexkretionens beskaffenhet i vissa fall är den faktor, som bestämmer icke blott angreppets styrka utan även huruvida ett angrepp överhuvudtaget kan ske. Av dessa undersökningar har framgått dels att vissa sydamerikanska sorter icke angripas, dels att potatisnematodcystornas innehåll påverkas starkare av rotexkretionen från plantor av den sort, på vilken de utvecklats, än av rotexkretionen från plantor av andra sorter.

Då nu här i Sverige vid Utsädesföreningen i Svalöv finns ett rikhaltigt urval av potatissorter, som till stor del härstammar från det material av sydamerikansk potatis, som insamlats och hemförts dels av prof. ERLAND NORDENSKIÖLD, dels senare av fil. dr. CARL HAMMARLUND, har frågan om förekomsten i Sverige av potatissorter, som icke angripas av potatisnematoden, åter upptagits på arbetsprogrammet (1947). Några resultat härav föreligga dock icke ännu.

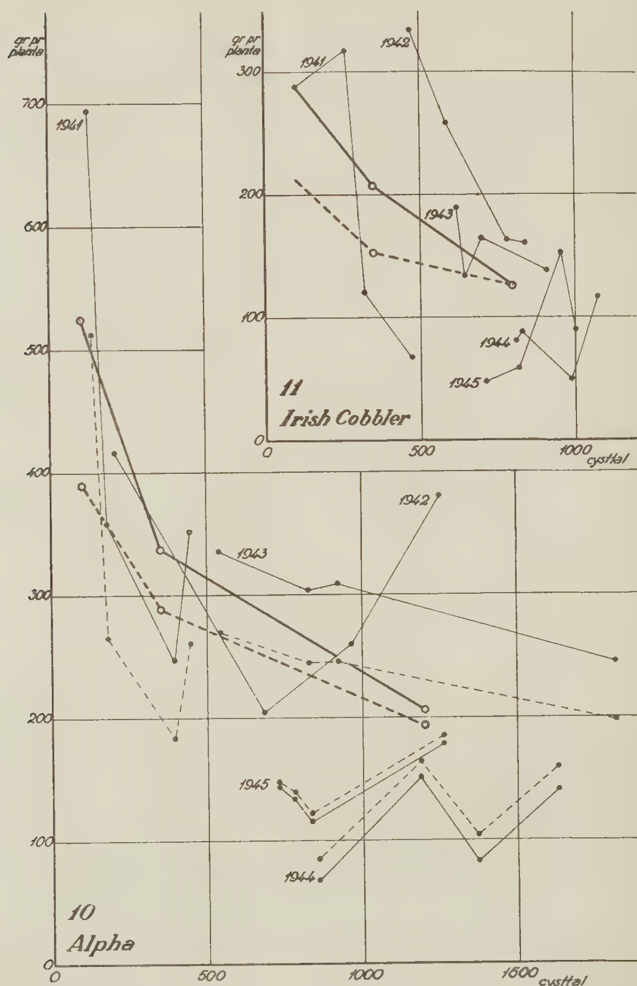
Då det emellertid, när undersökningarna rörande potatisnematoden började, ej syntes mycket troligt att det inom överskådlig tid skulle lyckas växtförädlingen att frambringa någon odlingsvärd nematodimmun potatissort, var det desto angelägnare att söka fastslå huruvida det funnes några skillnader mellan de olika potatissorternas reaktioner mot ett nematodangrepp, framför allt ifråga om knölbildningen.

Jämförande sortförsök, i avsikt att fastställa huruvida skillnader mellan olika sorters tolerans mot nematodangrepp förelåge, utfördes på samma platser och under samma av utrymmesbrist präglade förhållanden, som de i det föregående omnämnda frilandsförsöken och delvis i kombination med dessa.

Diagrammen 10—18 — alla i samma skala — visar förhållandet mellan jordens cysthalt och avkastningen av var och en av de 9 sorter, som ingingo i Arlövsförsöket 1941—1945, till vilket utsädet togs från nematodfri jord vid huvudanstalten. Varje sort odlades ständigt på samma 4 parceller. För varje sort föreligga sålunda 20 observationer. De prickade linjerna ange de med hänsyn till årsskillnaderna utjämnade skördevärdena (1942 taget som jämförelseår).

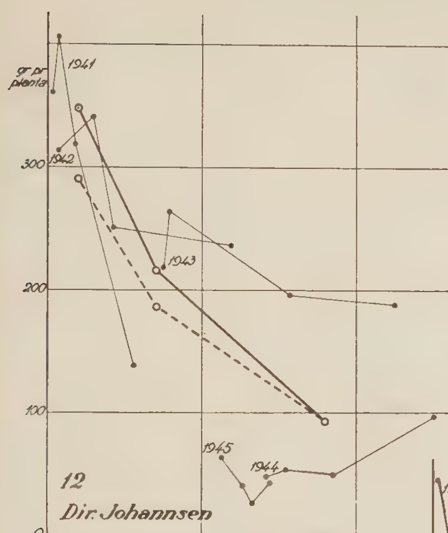
Korrelationen mellan cysttal och skörd var för ingen av sorterna särskilt stor. Högst var den för Dir. Johannsen, där den var —0,346 med ett p-värde av 0,2—0,1, lägst åter för Majestic, där den var —0,123 med p-värdet 0,6. Att det dock för samtliga sorter råder ett påtagligt samband mellan cystökning och skördeminskning är icke minsta tvivel underkastat.

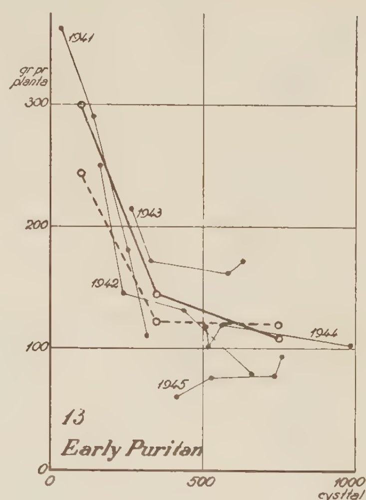
För att kunna få ett enkelt uttryck för varje potatissorts tolerans mot nematodangreppen, dividerades för varje sort medelvärdet av samtliga skördesiffror med medelvärdet av samtliga cysttal. Därigenom erhöllos tal som gåvo upplysning om hur många gram knölar varje planta i medeltal förmått ge för varje full nematodcysta, som fanns i jorden vid

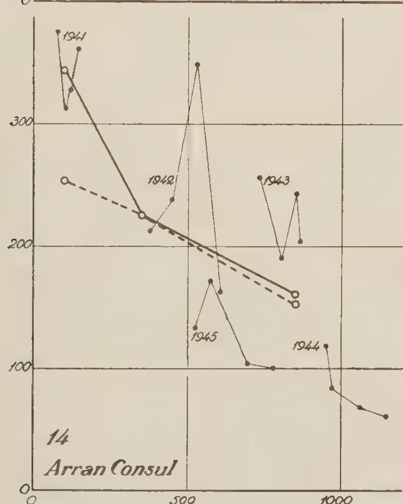


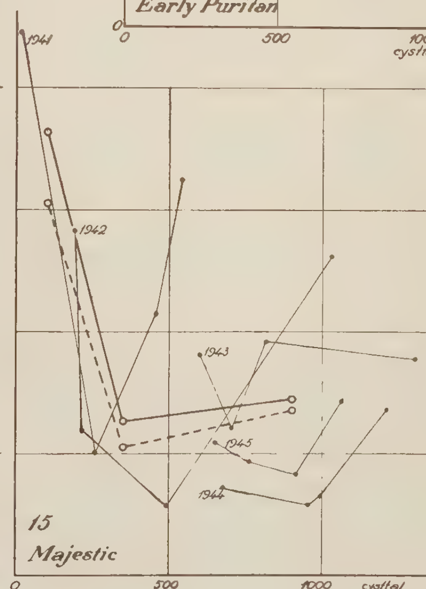
Diagr. 10—18 (sid. 42—44). Nematodhaltens inverkan på avkastningen av var och en av de i Arlövsförsöket 1941—1945 ingående potatissorterna. Heldragna linjer avse primärsiffror, streckade linjer siffror, som utjämnats med hänsyn till årsskillnaderna och med 1942 som jämförelseår. De grova linjerna avse medelavkastningen vid cysttalen 1—200, 201—500 och över 500.

varje vegetationsperiods början. Dessa skördemedeltal pr cysta blevo, uttryckta i gr pr planta, för Dir. Johannsen 4,70, Arran Consul 4,19, Voran 3,45, Early Puritan 2,68, Alpha 2,40, Majestic 1,65, Dunbar Yeoman 1,49, Irish Cobbler 1,44 samt för King George 1,39.

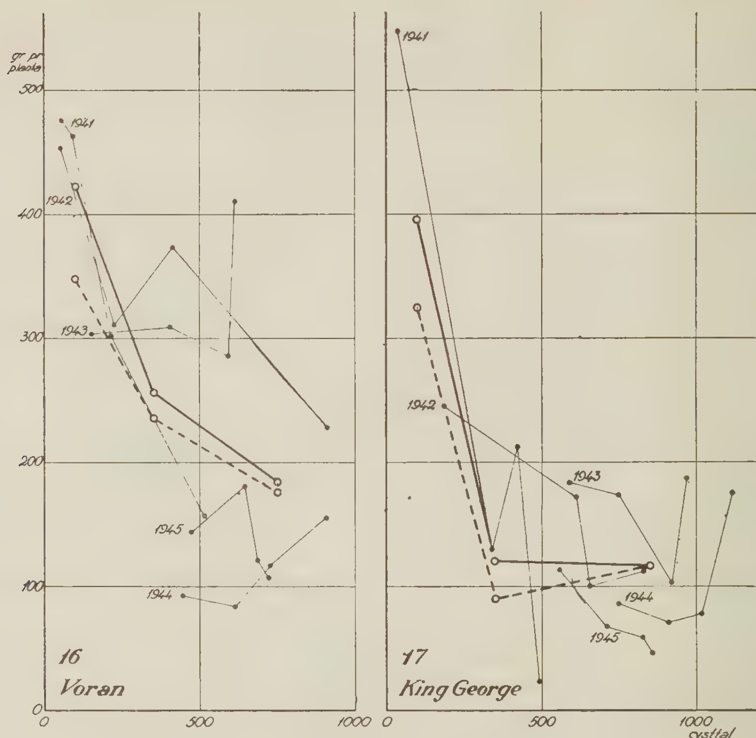








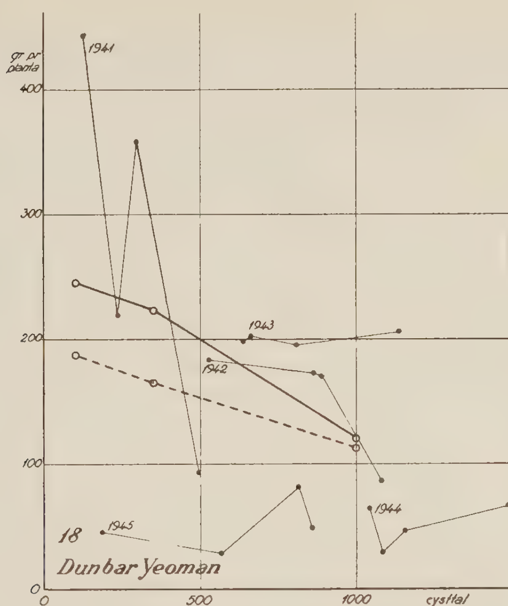
De fyra sistnämnda äro i detta femåriga försök icke statistiskt säkert skilda sinsemellan men väl från de övriga sorterna. Av dessa bilda Alpha, Early Puritan och Voran en grupp, som säkert skiljer sig från de båda sorterna Dir. Johannsen och Arran Consul. Dessa båda skilja sig icke säkert från varandra, varemot Voran är säkert skild från Alpha och Early Puritan. Försöket synes alltså visa att dessa nio sorter uppdela sig på 4 med avseende på nematodtoleransen statistiskt säkert skilda grupper: 1. Majestic, Dunbar Yeoman, Irish Cobbler och King George med ringa tole-



rans, 2. Early Puritan och Alpha samt 3. Voran med medelmåttig och slutligen 4. Dir. Johannsen och Arran Consul med relativt hög tolerans.

Att den funna »toleransen» skulle vara en specifik sortegenskap är emellertid icke därmed givet och icke ens troligt. Dels måste man taga i betraktande att samtliga parceller alltid skördats samtidigt och att alltså såväl de tidiga och medeltidiga som de medelsena skördats, när de sistnämnda blivit mogna för upptagning, varigenom vissa sorter haft tillfälle att öka sin knölvikt över den vid deras vanliga upptagningstid normala, dels ha vissa sorter vuxit i parceller, i vilka cysthalten genomgående varit lägre än i de andra och där således nematodangreppen varit mindre intensiva. Även andra förhållanden kunna givetvis ha inverkat på resultatet av detta försök, men de båda nu nämnda synas böra i första rummet uppmärksammas.

Cystfördelningen inom parcellserierna åskådliggöres av tab. 3. Av denna framgår att avkastningen blivit desto större, ju oftare resp. sort odlats i parceller med låga cysttal. Dessas frekvens framgår f. ö. även av diagrammen 10—18.



Av det förhållandet, att en sort givit desto bättre skörd ju oftare den odlats i parceller med lågt cysttal, framgår att skillnaderna i sorternas olika avkastning i främsta rummet berott på styrkan av det angrepp för vilket de varit utsatta och berättigar ingalunda ett antagande om skillnader i nematodtolerans. Att i detta fall övre gränsen för de låga cysttalen satts vid 200 beror därpå att avkastningskurvan (diagr. 7) vid detta cysttal börjar visa en allt tydligare tendens att böja om till ett mera horisontalt förlopp.

Rörande olika upptagningstiders betydelse för skördeutbytet av olika sorter äro tyvärr mycket få undersökningar gjorda i Sverige. Då emellertid potatisnematoden ingenstädes synes ha mer än en generation årligen, och då den endast under en jämförelsevis kort tid i början av sommaren synes intränga i potatisrötterna, måste hos sorter med lång vegetationstid nybildning av rötter såsom ersättning för de av nematoderna förstörda kunna äga rum i vida större omfattning än hos sorter med kort vegetationstid. De sena sorterna böra därför lättare än de tidiga kunna hämta sig efter nematodernas skadegörelse. Erfarenheterna av potatisodling i nematodfri jord ha visat att sena och medelsena sorter som Arran Consul, Alpha och Voran, ävensom de medeltidiga sorterna Dir. Johannsen och King George vid sen upptagning ge avgjort bättre skörd än vid tidig.

Tabell 3.

De i Arlövsförsöket 1941—1945 ingående potatissorternas avkastning samt de låga och höga cysttalens frekvens och medelcysttalen i de parceller, i vilka resp. sorter odlats.

Sort	Ungefärlig normal avkastning i rel. tal	Avkastning i Arlöv gr/planta	Antal observ. i parceller med cysttal		Medelcysttal i resp. parc.
			<200	>200	
Dir. Johannsen	70	4,7	5	15	512
Arran Consul	85	4,19	4	16	616
Voran	100	3,45	4	16	474
Early Puritan	70	2,68	3	17	464
Alpha	100	2,4	2	18	848
Majestic	90	1,65	2	18	693
Dunbar Yeoman	65	1,49	2	18	747
Irish Cobbler	65	1,44	1	19	694
King George V	75	1,39	2	18	677

Att nu i Arlövsförsöket Dir. Johannsen, som normalt ger ungefär lika liten avkastning som de tre tidiga sorterna Early Puritan, Dunbar Yeoman och Irish Cobbler, givit större skörd än någon av de övriga, beror tvivelsutan dels på att den normalt ökar sin avkastning ganska mycket under vegetationsperiodens senaste del, dels också naturligtvis på att den gynnats av att den i flera fall än någon annan av de nio sorterna fått växa i jord med relativt låg nematodhalt.

Samma skäl torde ligga till grund också för Arran Consuls höga avkastning i försöket. Att döma av dess förhållande i nematodfri jord, skulle man dock väntat att den avkastat mer än Dir. Johannsen. Därför är det skäl att erinra om att dessa båda sorter ej äro statistiskt säkert skilda.

Som trea i försöket — ensam i andra gruppen — kommer Voran, som normalt ger mycket hög skörd och som i försöket — liksom Arran Consul — i 4 fall odlats i relativt svagt nematodhaltig jord. Man skulle dock väntat att den givit något bättre skörd än Arran Consul.

I tredje gruppen komma Early Puritan och Alpha. Att Early Puritan, trots att den i motsats till Alpha icke ger nämnvärt större skörd, om den tages upp sent, likväl givit ett något bättre resultat, synes bero dels på att den i 3 fall — Alpha blott i 2 — odlats i relativt svagt nematodhaltig

jord, dels också på att cysttalen i dess parceller varit lägre, i Alpha-parcellerna däremot högre än i någon av de andra sorternas parceller.

I fjärde gruppen komma slutligen Majestic, Dunbar Yeoman, Irish Cobbler och King George. Den sistnämnda sortens placering sist i raden har ingen större betydelse, då skillnaden mellan de 4 sorterna i denna grupp ingalunda är statistiskt säker.

Trots att dessa nio sorter med avseende på avkastningens storlek gruppera sig i annan ordning än i normal, nematodfri jord, finns det goda skäl att antaga att denna omgruppering icke är ett uttryck för några skillnader i sorternas tolerans mot nematodangreppen utan fastmer beror på att försöksjordens nematodhalt varit mycket ojämn och därtill parcellernas placering sådan att vissa sorter — såsom Alpha och Majestic — genomgående blivit utsatta för starkare nematodangrepp än andra och därigenom fått sin avkastningsförmåga starkare nedsatt än dessa.

Större möjlighet att fastställa, huruvida olika potatissorter ha olika nematodtolerans eller ej, skulle givetvis ha förelegat, om de kunnat prövas i mera omfattande försök i jord med i stort sett jämn nematodhalt. Att åstadkomma en jämn nematodfördelning i jorden är emellertid praktiskt outförbart, och för övrigt äro som förut nämnt de nematodhaltiga arealerna i regel mycket små eller av andra skäl uteslutna som försöksområden.

Ett visst stöd för antagandet, att åtminstone de här nämnda nio sorterna icke ha olika nematodtolerans, får man även om man undersöker hur knölarna vid stigande cysthalt fördela sig på olika storleks- och viktgrupper. I Arlövsförsöket tillvaratogos noggrant alla knölar, även de minsta, utan hänsyn till huruvida de voro användbara som mat- eller fabrikspotatis. De sorterades därpå i tre storleksgrupper: små, medelstora och stora. Såsom små räknades de, som icke i någon riktning mätte mer än 2 cm, som stora åter de, som icke voro mindre än 7 cm på något håll. Övriga knölar räknades som medelstora. Maximivikten var för de små ungefär 7 gr och minimivikten för de stora ungefär 170 gr. Varje grupp vägdes sort för sort, och knölarna räknades.

Som väntat var visade det sig icke blott att knölarna i medeltal blevo desto färre och mindre ju högre cysthalten steg utan även att de normalt storknöliga sorterna Alpha, Arran Consul, Voran och Irish Cobbler oberoende av cysthalten ständigt gåvo betydligt flera medelstora och stora knölar än t. ex. den utpräglat småknöliga sorten Dir. Johannsen. Det kan också förtjäna påpekas att denna sort praktiskt taget icke längre utbildade några stora knölar, sedan cysttalet överstigit 100, medan de fyra förstnämnda sorterna ännu vid ett cysttal av omkring 900 utbildade ett visst antal stora knölar.

Olika potatissorters inverkan på nematodförökningen.

Då det som förut nämnts, särskilt i engelska försök — Gemmell (1943), Ellenby (1946) m. fl. — framgått att olika potatissorter kunna inverka olika starkt på nematodernas förökning, kan det vara av intresse att undersöka, huruvida några skillnader i detta avseende kunna påvisas i Arlövsförsöket, där som nämnt 9 olika sorter odlats 5 år i följd i ständigt samma parceller.

För att få år från år jämförbara värden på nematodförökningen har för varje parcell uträknats den årliga förökningskvoten. Eftersom jordprov togos även på hösten 1945 efter försökets slut, kunde förökningskvoten beräknas även för 1945.

Medeltalet av förökningskvoterna för 1941 var 3,30 ± 0,33; under 1942 sjönk det till 2,01 ± 0,35, under 1943 till 1,43 ± 0,07, under 1944 till 0,79 ± 0,04 samt under 1945 till 0,54 ± 0,05. Denna successiva sänkning av förökningskvoten kan knappast ha berott på en tillfällighet, men vilka dess orsaker kunna ha varit är svårt att yttra sig om. Varken nederbörds- eller temperaturförhållandena synas kunna ha haft någon inverkan, eftersom de snarare borde kunna antagas varit gynnsammare för nematodförökningen mot försöksperiodens slut än i dess början. Av dem att döma borde man alltså snarast ha väntat en ökande, icke minskande förökningskvot. Icke heller synes det troligt att ökningen av den absoluta mängden av nematoder i jorden verkat hämmande på deras fortsatta förökning, ej minst därför att de högsta i försöket noterade cysttalen ligga långt under de tal, som karakterisera ett flertal nematodhaltiga områden med mullhaltig sandjord i västra Skåne.

Vilka än de faktorer varit, som orsakat årsskillnaderna i nematodförökningen, får man tillsvidare antaga att deras verkan varit i stort sett densamma i alla 36 parcellerna. Någon statistiskt säker skillnad mellan de olika sorternas parceller med avseende på nematodförökningen föreligger nämligen icke.

Medeltalet av de 20 förökningskvoterna — 4 parceller, 5 år — är för Irish Cobbler, King George och Voran 1,33 med ett sannolikt medeltal av ±0,23 (17,3 %) för de båda förstnämnda och ±0,18 (13,5 %) för den tredje. För Alpha är det 1,39 ± 0,21 (15,1 %), för Dunbar Yeoman 1,46 ± 0,27 (18,5 %), för Early Puritan 1,57 ± 0,40 (25,5 %), för Arran Consul 1,75 ± 0,33 (18,9 %), för Majestic 1,93 ± 0,67 (34,7 %) samt för Dir. Johannsen 2,44 ± 0,69 (28,7 %). De relativt höga medeltalen och de mycket höga medelfelen för de båda sistnämnda sorterna bero på några få extremt höga förökningskvoter för vardera sorten, särskilt under andra försöksåret, vilka även avspeglas i det höga medelfelet (± 0,35 = 17,4 %) för medeltalet av kvoterna för samtliga parceller under detta år.

Så som sorterna här ordnats efter stigande förökningskvot i deras parceller äro tidiga och sena likaväl som högt och lågt avkastande sorter blandade om varandra. Ehuru försöksresultatet icke ger minsta säkra bevis för att olika sorter icke kunna påverka nematodförökningen olika starkt, ger det dock ett visst stöd åt antagandet att så icke är fallet. Det visar dock i varje fall att en sådan påverkan, om den verkligen finns, icke hos någon av dessa 9 sorter är så stor, att den har praktisk betydelse.

Iakttagelser över potatisnematodens värdväxter.

Redan långt innan de i det föregående nämnda undersökningarna över potatisnematoden togo sin början, var det känt att betnematoden kunde angripa en mängd olika växtarter, tillhörande vitt skilda familjer. På grund av den nära släktskap, som odisputabelt råder mellan potatisnematoden och betnematoden — vare sig man betraktar dem båda som skilda arter eller potatisnematoden som en underart eller blott som en ras av betnematoden — var det därför angeläget att undersöka huruvida icke även potatisnematoden hade flera värdväxter än dem man redan kände till, d. v. s. potatis- och tomatplantan. Framför allt kunde man ju misstänka att även andra av våra *Solanum*-arter, särskilt ett så vanligt ogräs som nattskattan, *S. nigrum*, skulle kunna ha betydelse som värdväxt och göra det möjligt för potatisnematoden att utvecklas och förökas även där ingen potatis odlas.

För att närmare utreda hur härmed förhöll sig utnyttjade anstalten under åren 1929—31 en liten del av sitt försöksområde i Hälsingborg för odling av ej endast samtliga svenska *Solanum*-arter utan även åtskilliga andra ogräsväxter såväl som en del örtartade kulturväxter, framför allt sådana som voro kända som värdväxter för betnematoden. Några större ytor fordrades givetvis icke för dessa odlingar, och de flesta parcellerna voro därför ej större än 1,5 kvm. Vid sidan av dem utlades emellertid 10 parceller om vardera 4 kvm, i vilka uteslutande odlades olika havre- och betsorter, 5 av vardera. De flera gånger årligen upprepade undersökningarna av dessa växter gåvo fullständigt negativt resultat, i det att under hela den tid dessa försök pågingo inga cystor av potatisnematoden någonsin kunde påvisas på deras rötter. Det förtjänar även nämnas att cysthalten i jorden sjönk betydligt varje år.

Detta negativa resultat utgör visserligen intet bevis för att potatisnematoden aldrig kan angripa en eller flera av dessa växter, men det visar dock att ingen av dem spelar någon praktisk roll och att sålunda potatisnematodens fortsatta förekomst i jord, där potatis ej längre odlas, ej beror på samtidig förekomst av någon eller några av dessa ogräs eller kulturväxter.

De växter, som odlades i detta försök, voro:

kvickrot, *Triticum repens*
vete, *T. vulgare*
råg, *Secale cereale*
sexradskorn, *Hordeum vulgare*
tvåradskorn, *H. distichum*
majs, *Zea mays*
sockerdurra, *Sorghum saccharatum*
grönhirs, *Setaria viridis*
knylhavre, *Arrhenaterum elatius*
timotej, *Phleum pratense*
ängsgröe, *Poa pratensis*
vitgröe, *P. annua*
kärrgröe, *P. trivialis*
hampa, *Cannabis sativa*
humle, *Humulus lupulus*
pilört, *Polygonum lapathifolium*
spenat, *Spinacia oleracea*
svinmålla, *Chenopodium album*
fiskmålla, *Ch. polyspermum*
blåmålla, *Ch. glaucum*
trädgårdsmålla, *Atriplex hortensis*
våtarv, *Stellaria media*
ängsnejlika, *Dianthus deltoides*
trädgårdsnejlika, *D. chinensis*
åkerklätt, *Agrostemma githago*
blomkål, *Brassica oleracea v. botrytis*
brysselkål, *Br. ol. v. gemmifera*
grönkål, *Br. ol. v. acephala*
savojkål, *Br. ol. v. sabauda*
vitkål, *Br. ol. v. capitata*
kålrabbi, *Br. ol. v. gongylodes*
raps, *Br. napus*
kålrot, *Br. n. v. napobrassica*
åkerkål, *Br. campestris*
rova, *Br. rapa v. rapifera*
åkerrättika, *Raphanus raphanistrum*
rättika, *Raphanus sativus v. niger*
rädisa, *R. s. v. radicula*
åkersenap, *Sinapis arvensis*
vitsenap, *S. alba*
svartsenap, *S. nigra*
vejde, *Isatis tinctoria*
trädgårdskrasse, *Lepidium sativum*
dådra, *Camelina sativa*
gulreseda, *Reseda lutea*
vitklöver, *Trifolium repens*
blodklöver, *T. incarnatum*
ärt, *Pisum sativum*
bondböna, *Vicia faba*
vanl. böna, *Phaseolus vulgaris*
blålucern, *Medicago sativa*
humlelucern, *M. lupulina*
luktärt, *Lathyrus odoratus*
kikärt, *Cicer arietinum*
lins, *Ervum lens*
blålupin, *Lupinus angustifolius*
skatnäva, *Erodium cicutarium*
palsternacka, *Pastinaca sativa*
selleri, *Apium graveolens*
rast, *Anchusa arvensis*
mjukplister, *Lamium amplexicaule*
nattskatta, *Solanum nigrum*
S. alatum
S. villosum
besksöta, *S. dulcamara*
spikklubba, *Datura sp.*
bolmört, *Hyoscyamus niger*
maskros, *Taraxacum vulgare*
solros, *Helianthus annuus*

De i försöket ingående havre- och betsorterna voro: Guldregns-, Seger-, Diamant-, Eko- och Vit Odalhavre samt sockerbeta jämte Barres, Eckendorffer, Särimner och Alpha.

Odlingen av *Solanum*-arterna, utökad med tomat, *S. lycopersicum*, fortsattes t. o. m. 1935 utan att dock cystor kunde iakttagas på mer än tomatrötterna.

1934 utlades på annat håll i staden ett nytt, något större försök för ytterligare prövning av betans roll såsom eventuell värdväxt för potatisnematoden. Inom det för detta försök utvalda området, som på alla sidor var omgivet av gator och låg 1—2 meter över dessas nivå, så att invandring av nematoder från annat håll måste anses alldeles utesluten, hade betor veter-

ligen aldrig förut odlats. Då antalet potatisnematodcystor i jorden befanns vara relativt litet, ditfördes starkare nematodhaltig potatisjord och utbreddes på en 25 kvm stor yta, som sedan besåddes med betfrö. Den ditförda jorden var fri från betnematoder och hade veterligen ej heller någonsin burit betor. Cysttalet var vid försökets början 770, men hade på hösten 1935 sjunkit till 422 och på hösten 1936 till blott 80. Undersökningarna av betrötterna visade också att dessa icke alls blivit besatta med cystor.

Av dessa försök synes alltså framgå att i Sverige knappast några andra växter än potatis och tomater äro värdväxter för potatisnematoden och att endast dessa båda synas ha praktisk betydelse för skadedjurets utveckling och förökning.

Summary.

Application of the figures obtained from an analysis of soil-samples (page 5—10).

According to a previous communication (1939) the author uses as a measure of the frequency of nematodes per litre of soil a sum, for brevity's sake called the *cyst-sum*, obtained by adding the sum of all full cysts to half the sum of those cysts from which larvae have begun to escape, with the exception, naturally, of all entirely empty cyst-shells.

The size of the cysts nearly corresponds to their original number of eggs, but as their average size varies within wide limits at different places and at different times, it will sometimes be necessary to consider also the average size of the cysts in order to get a cyst-sum that is adequate to their average number of eggs. The sum thus obtained, here called the *equivalent cyst-sum*, gives the most correct idea of the frequency of nematodes in the soil that it is possible to obtain by means of cyst-counts only.

For the investigations mentioned in this communication the simple cyst-sum has been regularly used, partly because it is usually satisfactory and fairly easy to calculate, and partly because the number of soil-samples taken yearly is so high that the few assistants available would not have been able to analyse them in a slower and more laborious way. As the plants are attacked by larvae emerging from cysts found in the soil at the beginning of the vegetation period, the yield of potatoes in the experimental plots has always been connected with the cyst-sum in the soil at that season.

Size and egg-content of the cysts (page 10—15).

In order to estimate the proportion between the size of the cysts and the number of eggs the author has calculated the cystvolume, using the formula $\frac{4\pi}{3} \times abc$, where a, b and c are the halved axes of the cyst. Only those cysts were selected which were positively new and from which no larvae had as yet escaped. The correlation between the number of eggs and the volume of the cysts is shown in diagram 1. The equation $3.3y = x - 38.5$ is calculated on the basis of 29 measurements.

The biggest cyst found in Swedish soil had a volume of 0.32 cub.mm. and may have contained originally about 1100 eggs. The smallest Swedish cyst had a volume of 0.005 cub.mm. and cannot have contained more than some tens of eggs.

After an examination of all cysts in soil-samples taken in Stockholm (Bergshamra), Norrköping and Arlöv in 1945 (diagram 2, 3 and 4) it was stated that the mean volume of the cysts from Bergshamra was 0.054 ± 0.002

cub.mm. The mean volume of the cysts from Norrköping was 0.062±0.003 and of those from Arlöv 0.047±0.001 cub.mm. Thus the average number of eggs must have been 200 in the cysts from Arlöv, 220 in those from Bergshamra and 250 in those from Norrköping. If the cyst-sum had been calculated to be 100 in all three samples, the equivalent cyst-sum of the samples from Arlöv and Norrköping would have been respectively 100 and 125 or 80 and 100, which may illustrate the difference between the cyst-sum and the equivalent cyst-sum.

The examination of the eggs has given the same results as those obtained by KEMNER (1929). Their volume varies between 0.000089 and 0.000125 cub.-mm. round a mean value of 0.0001 cub.-mm.

»Microcysts» (page 18—20).

Upon examining cysts from Norrköping, the author found in one of them, among the eggs, 7 small cyst-like bodies (fig. 1) of a yellowishbrown colour, which seemed closely to resemble the »microcysts» found by TRIFFITT (1925). Their diameter varied between 99 and 137 μ, their average volume being 0.001 cub.mm., i. e. 10 times as large as the volume of the eggs. From a protrusion, not unlike the neck of the nematode-cysts, distinct hyphae had emanated, while other hyphae had entered the bodies by some of the numerous pores which radially penetrated the thick wall. According to a statement of the Head of the Botanical Division of the Institute, Dr. D. LIHNELL, these bodies are probably vesicles of the Mycorrhiza fungus of the potato-plant.

The reproduction of the potato-nematode in various soils and with varying soil-moisture (page 20—28).

Since 1931 potatoes have been grown out of doors in five 1/2-metre wide cement pots, one of which contains pure sand, one leafy mould, one clay, one sandy mould and, finally, one mould mixed with refuse from the coal-mines at Höganäs and taken from a heavily infested plot used for potato-growing for many years. After sterilization all soil was mixed up with nematode-infested soil, so that the cyst-sum became 4.5 in all pots.

In the autumn of 1948 the cyst-sum (diagr. 5) had increased to 810 in the sand, to 2450 and 2470 in the mould from Höganäs and in the sandy mould, to 3980 in the clay and, finally, to 5620 in the leafy mould. The mean values of all cyst-sums for the years 1936—1948 are 1150 (sand), 2950 (sandy mould), 3200 (clay), 4400 (mould from Höganäs) and 4800 (leafy mould). Thus the sand seems to be the least and the leafy mould the most suitable soil for the nematodes. The fact that the potato-nematode is, nevertheless, more common and more injurious in the sandy districts than

in other parts of Sweden is due to the intensive potato-growing in those districts.

Investigations into the effect of soil-moisture on the nematodes indicate that their optimum of moisture is fairly high, probably about 70 % relative moisture (diagr. 6). As the sand is very easily permeable to water and rapidly dries again after irrigation or rainfall, there is reason to presume that the slow reproduction of the nematodes in sandy soil is due to its relative dryness. This assumption seems to be confirmed by a comparison between the variation of the cyst-sum and the precipitation during May and June of these years (diagr. 5). Through the influence on the structure of the soil, i. e. on the strength of the cohesion of its particles, the moisture seems to have an indirect effect upon the nematodes as well. Dry clay, e. g., is very hard and compact but, when moistened, it becomes light and soft, allowing the nematodes easily to reach the potato-roots.

The acidity of soil probably has no effect on the reproduction. This was most rapid in the most acid and in the most alkaline soil, i. e. in the soil from Höganäs (pH=6.0) and in the leafy mould (pH=7.5). Several authors (KEMNER, SMITH, MILES) deny any effect of the acidity of soil; most of them, however, have tried to find a correlation between acidity and frequency ot nematodes instead of between acidity and nematode-reproduction, which would have been more correct, since the number of nematodes at different places in the same field is due to the number of nematode-generations that have developed since the time of infestation.

The influence of nematodes on the yield (page 28—40).

Experiments have proved that even a very low frequency of nematodes in the soil will strongly reduce the yield. The mean curves of the yield (diagr. 7) abruptly descend when the cyst-sum is still inconsiderable. When, later, the cyst-sum has increased to about 100, the curves show a tendency to take a more horizontal direction, and at the cyst-sum 1000 they go nearly horizontal.

The curves in diagr. 8 and 9, based on 96 observations, clearly show how much the yield will diminish even before the cyst-sum has increased to 100. At the cyst-sum 80 it will diminish by about 65 %.

Thus it seems to be of no practical value to classify the soil according to the frequency of nematodes. All infested soil must be considered dangerous to potato-growing as soon as the cyst-sum has increased to 20 (i. e. 1 full cyst in each sample containing 50 cub.cm. of soil).

Experiments have also indicated that manuring will probably not pay if the cyst-sum is found to be higher than 200 or 300. It is true that English authors (MILES, HENDERSON and MILES) have obtained opposite results.

but it may be possible that the soil and the climate in the Mersey Basin, where they made their experiments, were much more favourable than in Sweden. That it is actually possible considerably to increase the yield without any reduction in the frequency of nematodes has been shown by treating the soil with DD-mixture (dichloropropane-dichloropropylene).

The reaction of some varieties of potatoes to the attack of the nematodes (page 40—47).

Five years of experimenting with 9 varieties of potatoes (Alpha, Arran Consul, Dir. Johannsen, Dunbar Yeoman, Early Puritan, Irish Cobbler, King George V, Majestic and Voran) each variety repeated 4 times yearly, seem to show that these varieties all suffer equally (the reduction of yield calculated in percentage of the normal yield of each variety) and that none of these 9 varieties has a higher tolerance towards the attack of the nematodes than any of the others.

Host-plants of the potato-nematode (page 49—51).

Many plants (see list on page 50), known as host-plants to *Heterodera Schachtii,* were grown in infested soil during 1929—1931. Nevertheless, it was not possible by careful, repeated examinations to find any cysts on their roots. The growing of wild Swedish species of the genus *Solanum* was continued up to and including 1935 with the same negative result. Consequently, in Sweden only the potato-plant and the tomato-plant seem to be host-plants to the potato-nematode. Only these two plants may be assumed to be of any practical importance for its reproduction and distribution.

Litteratur.

AHLBERG, O.,: Undersökningar över potatisnematoden, *Heterodera Schachtii* SCHMIDT subsp. *rostochiensis* WOLL. I. Metoder för kvantitativ bestämning av jordens cysthalt. — Statens Växtskyddsanstalt Medd. 29, Stockholm 1939.

BAUNACKE, W.: Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Rübennematoden, *Heterodera Schachtii* SCHMIDT — Arb. Biol. Reichsanst. 11, Berlin 1922.

CARROLL, I.: A study of the potato-eelworm *(Heterodera Schachtii)* in the Irish free state. — Journ. Helm. 11, London 1933.

ELLENBY, C.: Standardization of root excretions for immunity trials on the potato-root eelworm. — Nature 154 (3907), London 1944.

—»— : The influence of potato variety on the cyst of the potato-root eelworm, Heterodera rostochiensis WOLLENWEBER — Ann. Appl. Biol. 33, London 1946.

GEMMELL, ALAN R.: The resistance of potato varieties to *Heterodera Schachtii* SCHMIDT, the potato-root eelworm. — Ann. Appl. Biol. 30, London 1943.

GOFFART, H.: Verwandtschaftliche Beziehungen zwischen dem Rüben- und Kartoffelstamm von *Heterodera Schachtii* Schm. — Verhandl. d. Deutsch. Zool. Ges. E. V. auf der Geschäftssitzung zu Budapest 1927 und der 32. Jahresvers. zu München 1928. Leipzig 1928.

—»— : Fortschritte in der Bekämpfung der Kartoffelnematoden *(Heterodera schachtii* SCHM.). — Nachrichtenbl. f. d. deutsch. Pfl.-schutzdienst 16, Berlin 1936.

HURST, R. H. & FRANKLIN, M. T.: Field experiments in Bedfordshire on the chemical treatment of soil infected with the potato eelworm *Heterodera Schachtii* during 1936—37. — Journ. Helm. 16, London 1938.

KEMNER, N. A.: Potatisnematoden eller potatisålen *(Heterodera Schachtii* subsp. *rostochiensis* WOLL.) och dess framträdande i Sverige. — Centralanst. Lantbruksent. Avd. Medd. 56, Stockholm 1929.

MILES, H. W.: Field studies in *Heterodera schachtii* SCHMIDT in relation to the pathological condition known as »potato sickness». — Journ. Helm. 8, London 1930.

—»— : HENDERSON, V. E. and MILES, M.: Field studies of potato-root eelworm, *Heterodera rostochiensis* WOLLENWEBER, 1938—40. — Ann. Appl. Biol. 30, London 1943.

REINMUTH, ERNST: Der Kartoffelnematode (*Heterodera Schachtii* SCHM.). Beiträge zur Biologie und Bekämpfung. — Zschr. f. Pfl.-krankh. 39, Stuttgart 1929.

RENSCH, B.: Zur Frage der Nematodenbekämpfung. — Zuckerrübenbau 7, Hannover 1925.

SMITH, A. M.: Investigations on Heterodera schachtii in Lancashire and Cheshire. 2. The relationship between degree of infestation and hygroscopic moisture, loss on ignition and pH value of the soil. — Ann. Appl. Biol. 16, London 1929.

TRIFFITT, M. J.: On the morphology of Heterodera Schachtii with special reference to the potato-strain. — Journ. Helm. 6, London 1928.

—»— : On the bionomics of *Heterodera schachtii* on potatoes, with special reference to the influence of mustard on the escape of the larvae from the cysts. — Ibid. 8, 1930.

—»— : Observations on the life-cycle of *Heterodera Schachtii*. — Ibid. 8, 1930.

—»— : On cyst-like bodies, resembling cysts of *Heterodera schachtii* of common occurrence in British soils. — Ibid. 13, 1935.